# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 9 DÉCEMBRE 1901.

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la connexion des surfaces algébriques.* Note de M. H. Poincaré.

« Une Note importante de M. Picard a récemment attiré de nouveau l'attention sur la question de la connexion des surfaces algébriques. Je crois devoir dire quelques mots de certains résultats que j'ai obtenus sur ce sujet.

» Soit

$$f(x, y, z) = 0 \tag{1}$$

une surface algébrique, à laquelle correspondra une variété fermée V à quatre dimensions.

» M. Picard a démontré que toute surface peut être ramenée, par une transformation birationnelle, soit à une surface de l'espace à cinq dimensions dépourvue de toute singularité, soit à une surface de l'espace ordinaire ne présentant que des *singularités ordinaires*, c'est-à-dire une courbe double et des points triplanaires.

» Nous sommes donc autorisés par là à nous restreindre au cas des surfaces à singularités ordinaires, ce qui est d'autant plus nécessaire que les autres surfaces pourraient présenter des singularités telles que la variété V correspondante présente elle-même un point singulier. Or les théorèmes généraux de l'*Analysis sitûs* n'ont guère été démontrés que pour les variétés sans point singulier et les définitions elles-mêmes deviendraient ambiguës, à moins d'être complétées par de nouvelles conventions.

» Cela posé, rappelons quelques-uns des résultats obtenus par M. Picard. Donnons à $y$ une valeur constante quelconque, l'équation (1) représentera une courbe algébrique $f(x, z) = 0$ de genre $p$; à cette courbe correspondra une surface de Riemann S sur laquelle on pourra tracer $2p$ cycles distincts

$$\omega_1, \quad \omega_2, \quad \ldots, \quad \omega_{2p}.$$

» Lorsque $y$ variera, la surface de Riemann S et les cycles $\omega$ varieront, et quand $y$ aura décrit un lacet autour de l'un des points singuliers

$$A_1, \quad A_2, \quad \ldots, \quad A_q$$

pour lesquels le genre de la courbe $f(x, z) = 0$ s'abaisse, les $2p$ cycles $\omega$ se seront transformés en $2p$ combinaisons linéaires (à coefficients entiers) de ces mêmes cycles $\omega$; ils auront subi une transformation linéaire $T_i$. L'ensemble de ces transformations $T_i$ forme un groupe dont M. Picard a montré l'importance au point de vue qui nous occupe et que j'appellerai *groupe de Picard*.

» Il s'agit de former tous les cycles distincts de la variété V, tant à une qu'à deux ou à trois dimensions. En ce qui concerne les cycles à une dimension, le problème a été entièrement résolu par M. Picard. Notre savant confrère a montré que tous ces cycles peuvent être ramenés aux divers cycles $\omega$ d'une des surfaces S, mais que ces cycles $\omega$ ne sont pas tous distincts; un quelconque de ces cycles est équivalent à son transformé par l'une des transformations $T_i$. Si donc on égale chacun des $2p$ cycles $\omega$ à son transformé par chacune des $q$ transformations $T_i$, on obtiendra un système de $2pq$ équations linéaires entre les $\omega$, que j'appellerai le *système* (A).

» Autant ce système (A) aura de solutions *distinctes*, autant la variété V admettra de cycles à une dimension distincts.

» Il semble d'abord qu'il y a des cas où le nombre de ces cycles doive être abaissé; que, pour certains points singuliers $A_i$, le genre de la surface S s'abaissant, un des cycles de cette surface pourra se réduire à zéro, sans être pour cela la différence entre un des cycles de S et son transformé par la substitution $T_i$. C'est ce qui arriverait, par exemple, si nous avions deux points singuliers $A_1$ et $A_2$, tels que les transformations $T_1$ et $T_2$ soient inverses l'une de l'autre; puis que nous fassions varier la surface (1) d'une manière continue, de telle sorte qu'à la limite les deux points $A_1$ et $A_2$ se confondent. Alors, pour la surface limite, la transformation du groupe de Picard qui correspondrait au point singulier formé par la réunion de $A_1$ et $A_2$ se réduirait à la transformation identique, et cependant certains des cycles de la surface S se réduiraient à zéro quand $y$ viendrait en ce point singulier. Mais cette circonstance ne se présentera jamais pour les surfaces à singularités ordinaires auxquelles nous devons et pouvons nous restreindre. Si elle se présentait pour d'autres surfaces, on pourrait se demander si ces cycles doivent être regardés comme équivalents à zéro; on se trouverait justement dans les cas où les définitions ordinaires deviennent ambiguës, à moins d'être complétées par des conventions nouvelles, et la réponse à la question posée dépendrait des conventions que l'on adopterait.

» En ce qui concerne les cycles à deux dimensions, M. Picard a considéré ceux qui sont engendrés de la façon suivante : Supposons qu'un cycle $\omega$ ne soit pas altéré par l'une des transformations $\Theta$ du groupe de Picard; nous ferons alors décrire à $y$ un contour fermé correspondant à cette transformation $\Theta$; le cycle $\omega$ variant avec $y$ engendrera un cycle fermé à deux dimensions. Il reste à savoir si tous les cycles ainsi obtenus sont distincts et s'il ne peut y en avoir d'autres.

» Voici les résultats auxquels je suis parvenu à cet égard : il y a des cycles de deux sortes; tous les autres n'en sont que des combinaisons.

» Il y a deux cycles de la première sorte qui sont la surface de Riemann obtenue en donnant à $x$ une valeur constante, et la surface de Riemann obtenue en donnant à $y$ une valeur constante.

» Voici le mode de génération des cycles à deux dimensions de la seconde sorte :

» Soit $\Omega_i$ une combinaison linéaire des cycles $\omega$, $\Omega'_i$ son transformé par la transformation $T_i$; si ces combinaisons linéaires sont choisies de telle

sorte que l'on ait

$$(2) \qquad \Omega_1 + \Omega_2 + \ldots + \Omega_q = \Omega'_1 + \Omega'_2 + \ldots + \Omega'_q,$$

on engendrera un cycle de la façon suivante : si nous faisons décrire à $y$ un lacet autour de $A_i$, en partant du point O et revenant au point O, le cycle $\Omega_i$ engendrera une variété $W_i$ à deux dimensions qui ne sera pas fermée, mais qui sera limitée par la position initiale et finale du cycle, c'est-à-dire par le cycle $\Omega_i^0$ de la surface de Riemann correspondant au point O et par son transformé $\Omega_i'^0$. Alors si l'on réunit toutes les variétés $W_i$, elles se raccorderont à cause de l'identité (2), et leur ensemble formera un cycle à deux dimensions.

» Tous ces cycles ne sont pas distincts. Soit $U_0$ un cycle quelconque, $U_1$ son transformé par $T_1$, $U_2$ celui de $U_1$ par $T_2$, $U_3$ celui de $U_2$ par $T_3$, etc., et enfin $U_q = U_0$ le transformé de $U_{q-1}$ par $T_q$. Si nous avons alors

$$\Omega_1 = U_0 + V_1, \qquad \Omega_2 = U_1 + V_2, \qquad \ldots, \qquad \Omega_q = U_{q-1} + V_q$$

($V_i$ étant un cycle quelconque inaltéré par la transformation $T_i$) et, par conséquent,

$$\Omega'_1 = U_1 + V_1, \qquad \Omega'_2 = U_2 + V_2, \qquad \ldots, \qquad \Omega'_q = U_q + V_q,$$

le cycle à deux dimensions engendré par $\Omega_1, \Omega_2, \ldots, \Omega_q$ sera équivalent à zéro. *Il n'y a pas d'autre cycle équivalent à zéro*. Donc, quand on aura réduit par ce moyen le nombre des cycles à deux dimensions, tous ceux qui resteront seront distincts.

» J'ignore si tous les cycles de la seconde sorte sont des combinaisons de ceux qui correspondraient, d'après M. Picard, à une transformation $\Theta$ et à un cycle inaltéré par cette transformation.

» Passons enfin aux cycles à trois dimensions. Soit $\Omega$ un cycle de la surface S qui soit *invariant* par rapport au groupe de Picard, c'est-à-dire inaltéré par toutes ses substitutions. Quand on donnera à $y$ toutes les valeurs possibles, ce cycle engendrera un cycle fermé à trois dimensions.

» Il n'y en aura d'ailleurs pas d'autre et tous les cycles ainsi obtenus seront distincts.

» On vérifie que, comme il convient, le nombre des cycles invariants (et par conséquent celui du nombre des cycles à trois dimensions de V) est égal au nombre des solutions distinctes du système (A) (et par conséquent à celui des cycles à une dimension de V).

» On voit que la considération du groupe de Picard suffit pour la détermination des nombres de Betti; elle suffirait également pour la détermination de ce que j'ai appelé les *coefficients de torsion.* »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Études sur le radium;* par M. BERTHELOT.

« J'ai poursuivi les essais chimiques sur le radium, que j'avais entrepris [1] avec un échantillon confié par M. Curie pour cet objet. Je me suis attaché à la décomposition de l'anhydride iodique $I^2O^5$ aussi pur que possible, en raison du caractère endothermique de cette décomposition. J'ai examiné deux points, savoir : le rôle de la phosphorescence et l'ordre de grandeur des énergies mises en jeu par l'intervention du nouvel élément. Mes essais ont été exécutés dans une enceinte mise à l'abri de toute introduction de lumière extérieure, aussi complètement que possible.

» J'ai opéré à une température voisine de 10° et à une température de 100°, toujours sous une pression très voisine de la pression atmosphérique et en prolongeant les actions pendant un temps plus ou moins long. Chaque fois, trois essais comparatifs ont été faits avec l'acide iodique, dans des conditions et avec des dispositions aussi semblables que possible, savoir : une expérience à blanc; une expérience en présence d'un tube contenant du radium et susceptible d'agir par sa phosphorescence; enfin, une expérience en présence du même tube entouré de papier noir, afin d'intercepter toute influence attribuable à l'éclairage intérieur de l'enceinte, résultant de la phosphorescence.

» J'ai mis en œuvre un poids de matière active égal à $0^{gr},145$, renfermant environ, d'après M. Curie, un huitième de son poids de chlorure de radium, soit un peu moins de 2 centigrammes; le surplus étant du chlorure de baryum. Cette matière était renfermée dans un très petit tube de verre scellé, verre plombeux dans la première série, verre exempt de plomb dans la seconde ; ce tube étant entouré d'un tube mince un peu plus large, lequel était environné d'anhydride iodique blanc (4 à 5 grammes).

» Les trois tubes disposés horizontalement, ce système était placé dans une enceinte noire, où ne pénétrait aucune lumière extérieure. A travers le tube enveloppant circulait lentement un courant d'air absolument sec, qui s'échappait, par la pointe effilée du tube, dans deux barboteurs con-

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 661; 28 octobre 1901.

sécutifs, à circulation contrariée, renfermant l'un 20 centimètres cubes d'une solution d'azotate d'argent au millième, l'autre un volume égal d'une solution étendue de potasse pure.

» I. Dans les premiers essais, faits à la température ordinaire, l'air traversait l'appareil à raison de $0^{lit},6$ à $0^{lit},7$ par heure, circulation assez lente pour assurer l'absorption des vapeurs d'iode et d'acide iodique. On a poursuivi l'expérience pendant sept jours, $110^{lit}$ à $120^{lit}$ d'air ayant passé en tout chaque fois. Cette durée était nécessaire, d'après mes expériences précédentes, pour que l'anhydride iodique donnât des signes bien visibles de décomposition.

» En fait, dans deux essais, l'un fait à blanc, c'est-à-dire sans radium, l'autre avec un tube à radium entouré de papier noir, l'anhydride iodique traité, comparé avec son échantillon initial, n'a pas été coloré, c'est-à-dire décomposé. Le tube à azotate d'argent n'a fourni aucun précipité visible.

» D'autre part, on a recueilli la potasse du tube barboteur et on l'a acidulée par l'acide azotique étendu; on y a ajouté l'azotate d'argent de l'autre tube barboteur, puis on a mélangé avec le tout une petite quantité d'acide sulfureux dissous, de façon à réduire l'acide iodique, s'il en existait dans les liqueurs, et à en précipiter l'iode, sous la forme d'iodure d'argent : ce qui n'a pas eu lieu.

» Au contraire, le troisième essai, fait avec un tube à radium non entouré de papier noir, a donné lieu à une teinte violacée faible, mais très nette, de l'anhydride iodique : résultat conforme à celui de mes essais précédents, mais plus précis, s'il se peut. Cependant l'iode, qui se trouvait ainsi disséminé et adhérent au sein de l'anhydride iodique, n'avait pas été entraîné dans les liqueurs consécutives (azotate d'argent et potasse) en proportion suffisante pour fournir un précipité d'iodure d'argent pondérable; le précipité était pourtant bien visible au fond des vases.

» J'ajouterai que le tube à radium n'avait pas varié d'un tiers de milligramme, dans le cours des essais précédents. Mais il avait noirci, à la façon ordinaire des verres plombeux.

» Un fait essentiel se trouve constaté par ces observations, à savoir que la décomposition de l'anhydride iodique n'est devenue manifeste que sous l'influence du radium, exercée sans l'intermédiaire du papier noir, c'est-à-dire dans des conditions où la phosphorescence du mélange se manifeste. Les radiations qui produisent cette phosphorescence, par suite d'une double transformation d'énergie, ont donc joué dans l'essai actuel un rôle caractéristique.

» II. Trois autres essais comparatifs, dirigés de la même façon, ont été exécutés à 100°, au sein d'une enceinte maintenue à une température constante par un courant de vapeur d'eau. La matière avait été transvasée du tube qui la contenait dans un autre tube semblable, mais exempt de plomb, puis clos à la lampe; le transvasement ayant eu lieu d'ailleurs dans l'espace de quelques secondes. J'ai vérifié qu'elle avait conservé sa phosphorescence à 10°, et de même à la température de 100°.

» Si j'ai cru utile d'opérer à 100°, ce n'était pas dans l'intention d'accroître la radioactivité, laquelle ne change pas, d'après M. Becquerel, entre — 200° et 100°; mais dans la pensée que l'anhydride iodique deviendrait peut-être plus altérable, en élevant davantage la température; la vitesse des réactions croissant en général, d'après mes propres études, comme une fonction exponentielle de la température. Ainsi, par exemple, la vitesse de l'éthérification devient 425 fois plus considérable lorsqu'on passe de 8° à 100° (1).

» J'ai maintenu l'anhydride iodique en présence de la matière radioactive à 100° pendant trois heures, le courant d'air destiné à entraîner les produits volatils étant à peu près deux fois plus rapide que dans les expériences faites vers 10°.

» Dans ces conditions, l'anhydride iodique éprouve une sublimation visible, extrêmement faible d'ailleurs, car le précipité final d'iodure d'argent n'est pas pondérable. L'anhydride iodique demeure incolore à la fin de l'essai, aussi bien dans le tube chaud contenu dans l'enceinte que dans son effilure extérieure refroidie, où se condensent des traces visibles presque impondérables de cristaux, et dans les traces de précipité, d'un blanc pur, formées directement dans l'azotate d'argent. Il semble donc que l'anhydride iodique n'ait pas éprouvé de décomposition appréciable, même par son changement de teinte.

» Entre les durées de cette expérience et de celle qui a été faite vers 10°, le rapport est celui de $\frac{168}{3} = 56$. Ce chiffre, comparé au nombre 425 rappelé plus haut, montre que la variation dans la décomposition de l'acide iodique, apportée par une élévation de température, si elle existe, serait incomparablement moindre que pour l'éthérification : contraste d'autant plus marqué que l'éthérification est une réaction réversible, c'est-à-dire ralentie par

(1) *Annales de Chimie et de Physique,* 5e série, t. LXVI, p. 116; 1862.

l'opposition de la réaction inverse; tandis que, d'après les faits connus, la décomposition de l'anhydride iodique par le radium ne paraît pas réversible.

» L'expérience faite à 100° a permis de comparer un autre ordre de phénomènes. En effet, les six heures de réaction exécutées sur le tube (non plombeux), qui contenait le mélange radioactif, ont suffi pour colorer ce tube d'une nuance violette, c'est-à-dire pour suroxyder le manganèse qu'il contenait. A la vérité, cette réaction s'est exercée dans l'épaisseur même du verre, c'est-à-dire dans des conditions bien plus favorables que la décomposition de l'acide iodique, à laquelle concourent seulement les radiations qui ont traversé le verre. S'il était permis cependant de comparer les deux réactions, malgré la diversité des circonstances, on pourrait observer que la réaction la plus facile est ici la réaction d'oxydation, comme on aurait pu le prévoir, c'est-à-dire la réaction exothermique, celle que produit le travail des énergies chimiques mises en jeu dans le système formé par le verre et l'air, le radium jouant seulement le rôle de déterminant (action de l'oxygène atmosphérique); tandis que c'est l'énergie propre fournie par le radium qui concourt à décomposer l'acide iodique en ses éléments, c'est-à-dire à la réaction endothermique. Ceci est conforme aux lois générales de la Thermochimie.

» Pour terminer, rappelons quelle est la grandeur de l'énergie développée par les radiations du radium, d'après les expériences de M. Curie et de M. Becquerel. Suivant notre savant Confrère ([1]), l'énergie rayonnée par une couche de matière radioactive analogue, de 2 millimètres d'épaisseur sur 1 centimètre carré de surface, vaut 5 unités C.G.S. d'énergie par seconde; tandis que $10^7$ unités absolues de ce genre valent 0,2394 gramme-calorie.

» Si l'on rapporte ces nombres à la nature, à la surface et à l'épaisseur de matière mise en jeu dans mes expériences, ainsi qu'à la durée de sept jours, un calcul facile indique que la dose d'iode mise en liberté, par la décomposition endothermique de l'acide iodique, s'élevait au plus à $\frac{1}{200}$ de milligramme. Sans attacher à ces chiffres une signification rigoureuse, je me bornerai à dire que cette valeur répond à l'ordre de grandeur, ou plutôt de petitesse, des phénomènes que j'ai observés. Pour dépasser ces limites, il faudrait opérer sur des poids de radium considérables. »

---

([1]) *Rapport présenté au Congrès international de Physique de* 1900, t. III, p. 73.

PHYSIQUE. — *Sur la radioactivité de l'uranium.* Note de M. Henri Becquerel.

« Depuis l'époque où j'ai fait connaître la radioactivité spontanée et permanente de l'uranium et des sels de ce métal, on a observé que, dans certaines conditions, les propriétés radiantes de ces corps ne restaient pas constantes. M. Giesel, en particulier, montra qu'après certains traitements des préparations d'uranium devenaient moins actives, et sir W. Crookes, par des cristallisations fractionnées, obtint du nitrate d'urane inactif.

» Je rappellerai également les expériences que j'ai faites, en 1900 (¹), sur la même question en employant une méthode indiquée par M. Debierne; si, dans une solution active, on précipite un sulfate insoluble, on entraîne avec le précipité un produit actif. Les expériences avaient porté sur des solutions de chlorure d'uranium, dans lesquelles on introduisait un peu de chlorure de baryum. On précipitait ensuite le baryum à l'état de sulfate; le précipité était fortement radioactif, et, suivant les proportions d'uranium et de baryum, il pouvait devenir notablement plus actif que l'uranium. En même temps, le sel d'uranium retiré de la liqueur était devenu moins actif. Après dix-huit opérations successives, j'avais obtenu un sel d'uranium très peu actif. On avait constaté l'affaiblissement progressif des produits soit par l'action sur un électromètre, soit par l'impression photographique au travers d'une lamelle de verre mince. L'action photographique avait paru diminuer plus vite que l'influence sur l'électromètre. Les produits ont été conservés soit à l'état de chlorure, soit à l'état d'oxyde, état dans lequel ils sont plus actifs.

» Les observations de sir W. Crookes, et celles que je viens de rappeler, pouvaient faire penser que l'activité de l'uranium était peut-être due à une petite quantité d'un composé très actif, et que l'uranium pur serait inactif.

» Cependant le fait que la radioactivité d'un sel déterminé d'uranium, pris dans le commerce, est la même, quelle que soit la provenance du métal et quels que soient les traitements antérieurement subis, rend cette hypothèse peu probable. Puisque la radioactivité peut avoir été affaiblie, on

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1584, et t. CXXXI, p. 137.

devait en conclure que les sels d'uranium reprenaient avec le temps leur radioactivité primitive.

» Une autre considération permet encore de penser qu'il doit en être ainsi. Les corps radioactifs produisent les phénomènes de radioactivité induite, si bien étudiés par M. et Mme Curie et M. Debierne. Cet effet doit se produire également dans un mélange de matières actives et de matières inactives, de sorte que, par induction sur lui-même, le mélange doit augmenter spontanément d'activité pendant quelque temps, jusqu'à un maximum. On sait, du reste, que les préparations solides de baryum radifère augmentent notablement de radioactivité pendant quelque temps à partir du moment de leur précipitation.

» L'expérience vient de justifier pour l'uranium les prévisions exposées plus haut. J'ai repris l'étude des produits progressivement affaiblis que j'avais préparés il y a dix-huit mois, et, comme je m'y attendais, j'ai trouvé tous ces produits à peu près identiques entre eux. Ils ont été comparés les uns aux autres, soit à l'électromètre par la rapidité de la charge qu'ils permettent de communiquer à un conducteur isolé, soit par l'impression photographique à travers une lamelle de verre mince sur une plaque au gélatinobromure d'argent.

» Ainsi l'activité perdue a été regagnée spontanément. Par contre, le sulfate de baryte précipité, autrefois plus actif que l'uranium, est aujourd'hui complètement inactif. La perte d'activité, qui est le propre des corps activés ou induits, montre que le baryum n'a pas entraîné la partie essentiellement active et permanente de l'uranium. Ce fait constitue donc une forte présomption en faveur de l'existence d'une activité propre à l'uranium, bien que l'on ne démontre pas que ce métal ne soit pas intimement uni à un autre produit très actif, non séparé dans les opérations précédentes.

» Par quel mécanisme le corps regagne-t-il l'activité temporairement affaiblie? L'hypothèse d'une auto-induction s'appliquerait à un mélange et même à une combinaison chimique de molécules, les unes actives, les autres inactives; pour un corps pur, elle équivaut à celle d'une transformation moléculaire.

» Il n'est peut-être pas sans intérêt d'indiquer une hypothèse qui m'a guidé jusqu'ici et qui ne paraît pas en désaccord avec la plupart des faits observés. J'ai déjà développé l'idée que si l'émission des rayons déviables, identiques aux rayons cathodiques, était la cause de l'émission du rayon-

nement non déviable, qui a tant d'analogie avec les rayons X, cette émission spontanée pouvant être comparée à l'évaporation d'un corps odorant, la radioactivité se rapprocherait d'un phénomène connu. L'énergie dissipée serait empruntée au corps actif lui-même, mais la perte de poids correspondante serait trop faible pour être observée.

» Conformément à une hypothèse de M. J.-J. Thomson, il y aurait deux sortes de particules de différentes grosseurs, les unes environ mille fois plus petites que les autres; en se séparant, les plus petites emporteraient des charges négatives et prendraient des vitesses énormes qui leur permettraient de traverser les corps; les autres, plus grosses, dont les masses seraient de l'ordre de celles des ions électrolytiques, seraient animées de vitesses beaucoup moindres; elles ne traverseraient pas les corps et se comporteraient comme une sorte de gaz, formant sur tous les corps, excepté sur ceux qui sont électrisés positivement, un dépôt matériel qui expliquerait les phénomènes de radioactivité induite et l'identité de l'induction sur les divers corps solides, quelle que soit leur nature.

» Ce dépôt de matière serait capable de se diviser à son tour en particules plus petites qui traverseraient le verre, donnant les rayons déviables et non déviables observés avec les substances induites, et ce serait par suite de cette subdivision moléculaire que la radioactivité induite se dissiperait, même au travers d'une enveloppe de verre.

» On pourrait même invoquer ce phénomène de la mise en liberté des ions d'une partie des molécules dans les dissolutions pour rendre compte de l'augmentation du pouvoir inducteur de certains corps actifs quand ils sont dissous.

» On ne saurait toutefois assimiler à un gaz ordinaire l'émanation qui produit la radioactivité induite, car, d'après les expériences de M. Curie, l'équilibre qui s'établit dans une enceinte fermée entre la matière active et les parois induites est fonction de la quantité de matière active et ne présente pas de phénomène analogue à la tension maximum d'une vapeur.

» Je rappellerai enfin, en terminant cette Note, qu'à la suite d'expériences faites à la température de l'air liquide, j'avais conclu que le rayonnement de l'uranium n'était pas modifié à cette basse température [1].

» La petite provision d'air liquide dont je disposais alors ayant été épuisée, je n'avais pu vérifier directement l'exactitude de cette conclusion.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 199.

Grâce à l'obligeance de notre Confrère M. d'Arsonval, qui m'a de nouveau donné de l'air liquide, j'ai pu combler cette lacune. J'ai reconnu alors, par des mesures électrométriques semblables à celles qui ont été décrites dans la Note citée plus haut, qu'à la température de l'air liquide l'intensité de la partie du rayonnement de l'uranium qui traverse une lame d'aluminium de $0^{mm},1$ d'épaisseur reste sensiblement la même qu'à la température ordinaire, ou du moins ne subit pas une diminution supérieure à 0,01 de sa valeur : cette différence pouvant du reste être imputée à des erreurs d'expérience. L'air qui se condense autour de l'uranium refroidi arrête, comme je l'avais indiqué antérieurement, la partie la plus absorbable du rayonnement. »

PHYSIQUE. — *Production et maintien des basses températures.* Note de M. d'**Arsonval.**

« L'emploi des basses températures étant un précieux moyen de recherche, il y a avantage à en vulgariser l'emploi. C'est pourquoi je crois devoir faire connaître, à la suite de la Communication de notre Confrère M. Moissan, et sur sa demande, quelques petits moyens qui pourront rendre service, à ce point de vue, dans les laboratoires.

» Pour aller jusqu'à —60°, on peut se contenter du chlorure de méthyle, à condition, comme je l'ai indiqué déjà, de le mettre dans un vase poreux de pile. On évite ainsi, par l'évaporation spontanée, la nécessité de souffler dans le liquide.

» Pour descendre jusqu'à —112° et même —115°, l'acide carbonique ou l'acétylène suffisent. L'un et l'autre prennent l'état neigeux à la température et à la pression ambiantes. Pour dissoudre cette neige, le meilleur des dissolvants est certainement l'acétone, que j'emploie exclusivement.

» L'acétylène, par exemple, comme l'ont montré MM. Claude et Hess, se dissout en grandes quantités dans l'acétone. Cette solubilité augmente considérablement à mesure que la température s'abaisse, de telle sorte qu'à — 80°, par exemple, l'acétone dissout plus de 2500 fois son volume d'acétylène. La neige d'acide carbonique se comporte comme la neige d'acétylène, tout en restant moins soluble que cette dernière.

» Avec la neige d'acide carbonique et l'acétone seuls, on peut aisément descendre à —115°, à la condition de refroidir préalablement l'acétone.

Ce mélange constitue un véritable mélange réfrigérant; la fusion de la neige carbonique dans l'acétone, refroidis tous les deux préalablement, au même degré, se fait avec une absorption de chaleur qui abaisse de 20° la température initiale du mélange.

» Enfin, pour refroidir l'air insufflé dans le mélange neige-acétone, j'utilise l'évaporation même de l'acide carbonique, en employant un double serpentin en étain, constitué par un tube intérieur de $5^{mm}$ de diamètre, enfilé dans un deuxième tube de $10^{mm}$. Ces tubes, de $6^{m}$ à $10^{m}$ de long, sont ensuite roulés en serpentin et leurs différentes spires séparées par un épais matelas de laine. Le tout forme un échangeur de température, comme dans la machine de Linde. L'air, pris à la température du laboratoire, est insufflé *de haut en bas* dans le tube de $5^{mm}$ et vient barboter dans le vase contenant le mélange neige-acétone. Les gaz froids dégagés passent dans le deuxième serpentin de $10^{mm}$ concentrique au premier et circulent *de bas en haut*, c'est-à-dire en sens inverse de l'air qui arrive. Il y a ainsi échange des températures dans l'appareil à contre-courant, et l'air insufflé se trouve refroidi gratuitement, sans qu'on soit obligé d'avoir un mélange réfrigérant.

» La neige d'acétylène est aussi maniable que la neige carbonique et s'évapore plus lentement encore que cette dernière et à une température plus basse, −85°. Cela tient à sa grande chaleur latente de fusion (qui est d'au moins $55^{Cal}$ par kilogramme) pour passer de l'état solide à l'état liquide.

» L'acétylène, de même que l'acide carbonique, ne prend pas l'état liquide à la pression atmosphérique; il lui faut une pression supérieure d'un tiers d'atmosphère environ. Si l'on place en effet de la neige d'acétylène dans un tube de verre et qu'on bouche ce dernier, on voit la neige fondre *très lentement* et la pression se maintenir à l'intérieur du tube égale à environ $24^{cm}$ de mercure, tout le temps que dure la fusion. M. Claude a utilisé cette propriété pour proposer un moyen simple de transport de l'acétylène.

» Pour descendre au-dessous de −115°, il faut avoir recours à l'air liquide. Ce dernier s'obtient commodément aujourd'hui avec les machines Linde, dont j'ai décrit le principe dans une précédente Note ([1]).

» Dans la pratique, il est nécessaire d'avoir une machine assez puissante. Celle que j'ai actuellement (et qui figurait à l'Exposition de 1900)

---

([1]) Voir *Comptes rendus*, 1898.

prend de 18 à 20 chevaux de force et donne facilement $7^{lit}$ à $8^{lit}$ d'air liquide à l'heure, en pleine marche. Il faut environ trente-cinq minutes pour atteindre le point de liquéfaction. Le maniement en est néanmoins délicat et ne peut être confié qu'à des mains exercées pour être sans danger.

» Quand on a de l'air liquide, il est possible d'obtenir et de *maintenir constantes* toutes les températures au-dessous de la température ambiante. Voici comment je procède :

» D'abord, il faut constituer un vase imperméable à la chaleur le plus possible et placer dans ce vase un bain incongelable aux plus basses températures.

» Comme vase, j'utilise les vases argentés à deux parois entre lesquelles on fait le vide. J'ai décrit ces vases dans ma Note de 1898; ils sont maintenant connus de tous les physiciens.

» Comme bain liquide, le plus incongelable est l'éther de pétrole ou gazoline du commerce. Avec des gazolines très volatiles, on peut descendre jusqu'à — 160° sans les congeler. Elles peuvent servir à faire des thermomètres, ainsi que l'a montré Kohlrausch, et M. Démichel m'en a fourni plusieurs l'année dernière.

» Depuis, on est arrivé, par des rectifications successives, à obtenir des éthers de pétrole qui ne se congèlent pas même à — 194°, température d'ébullition de l'air liquide à la pression normale.

» Pour refroidir le bain de gazoline au degré voulu, il suffit de placer à sa partie supérieure un petit vase métallique annulaire (ou une simple spire de serpentin en étain) dans lequel on laisse tomber l'air liquide goutte à goutte. Pour obtenir cet écoulement, je bouche une carafe en verre argentée, contenant l'air liquide, avec un bouchon percé de deux trous. Par le premier, passe un tube plongeur; par le deuxième, un tube court portant à l'extérieur un bout de tube de caoutchouc qu'on peut écraser plus ou moins avec une pince à vis. L'ensemble rappelle une pissette de chimiste.

» Pour faire écouler l'air liquide en quantité voulue, il suffit d'écraser plus ou moins le caoutchouc avec la pince. Si le caoutchouc est complètement écrasé, l'air gazeux qui se dégage constamment dans la carafe, ne trouvant pas d'issue, exerce une pression sur le liquide, qui s'écoule violemment par le tube plongeur dans le refroidisseur. En desserrant graduellement la vis qui écrase le tube de caoutchouc, on règle facilement l'écoulement de l'air liquide et, par conséquent, la température du bain

de gazoline. Il est possible de régler automatiquement cet écoulement d'air liquide par un dispositif approprié, mais cette complication m'a paru inutile dans la pratique ([1]).

» La chaleur de volatilisation de l'air liquide est d'environ 65 calories par kilogramme, d'après les mesures que j'ai faites antérieurement.

» Avec des vases argentés cylindriques, d'un litre environ de capacité, la perte par apport extérieur de chaleur à la température de — 194° peut être réduite à 20$^{gr}$ d'air liquide à l'heure, quantité très faible, comme on le voit, et rendant l'emploi de l'air liquide très pratique. »

M. **P.-P. Dehérain**, en présentant à l'Académie la deuxième édition de son « Traité de Chimie agricole », s'exprime comme il suit :

« Cet Ouvrage, divisé, comme le précédent, en quatre Parties : développement des végétaux, terre arable, amendements, engrais, s'est augmenté de plusieurs Chapitres nouveaux. C'est ainsi qu'à la fin de la première Partie se trouvent de courtes monographies : du Colza, du Blé, de l'Avoine, des Betteraves, des Pommes de terre, de la Vigne, dans laquelle ont pris place, outre les travaux déjà anciens d'Isidore Pierre, les recherches plus récentes de MM. Berthelot, Maquenne, Aimé Girard et Lindet, Muntz, et celles qui ont été exécutées à Grignon.

» Dans la seconde Partie, on a également introduit un Chapitre nouveau : le travail du sol, et on a développé ceux qui traitent de la constitution chimique des terres arables, du drainage et des irrigations.

» Les études relatives aux cultures dérobées d'automne, à la fabrication du fumier de ferme, à son mode d'épandage, ont beaucoup progressé depuis 1892, date de la première édition, et l'on a résumé les notions nouvelles acquises sur ce sujet pendant ces dix dernières années.

» La fin du XIX$^{e}$ siècle a été marquée par plusieurs grandes découvertes; nos Confrères, MM. Schlœsing et Muntz, ont montré, en 1876, que la formation des nitrates dans la terre arable était l'œuvre de microorganismes, isolés plus tard par M. Winogradsky; M. Berthelot a établi, en 1885, que la fixation de l'azote dans le sol avait lieu par action microbienne; enfin, en 1886, MM. Hellriegel et Wilfarth ont reconnu que les Légumineuses

---

([1]) Depuis quelque temps les constructeurs allemands fabriquent des vases cylindriques présentant une tubulure à la partie inférieure; ces vases sont encore plus commodes pour laisser écouler l'air liquide.

n'utilisent l'azote atmosphérique que lorsqu'elles portent sur leurs racines des nodosités à bactéries.

» Ce prolongement en Agronomie de l'œuvre immortelle de Pasteur a métamorphosé la science agricole; il a fait éclore des idées nouvelles qui ne tarderont pas à devenir fécondes.

» Au début, cependant, on a fait fausse route : on a cherché à introduire dans le sol les ferments utiles qu'on croyait y faire défaut; de là les préparations de la nitragine, de l'alinite, l'épandage des terres nitrifiantes; ces tentatives ont généralement échoué.

» C'est qu'en effet, pour qu'une fermentation s'établisse dans le sol, il ne suffit pas d'y introduire les ferments, qui habituellement, au reste, s'y trouvent déjà : il faut que le sol soit devenu favorable à leur activité, il faut qu'il ait été métamorphosé en un véritable *milieu de culture*.

» Nous sommes bien loin de connaître toutes les conditions nécessaires à la création de ce milieu, mais il en est une cependant qui domine tellement toutes les autres que, lorsqu'elle est satisfaite, l'effet cherché est obtenu.

» Cette condition nécessaire et très souvent suffisante pour que les fermentations s'établissent dans la terre, c'est l'humidité.

» Je donne, dans le *Traité de Chimie agricole*, de nombreuses analyses des eaux de drainage recueillies sous les cases de végétation de Grignon; pendant les années humides, un hectare de terre en jachère nitrifie plus de 200$^{kg}$ d'azote; pendant les années sèches, cette quantité diminue de moitié. Cette production énorme de nitrates ne s'observe que sur les terres nues, elle tombe à un chiffre beaucoup plus faible pour les terres emblavées constamment desséchées par les végétaux qui puisent dans le sol les quantités d'eau formidables qu'ils rejettent dans l'atmosphère par leur transpiration.

» Dans la lutte pour l'eau qui s'établit entre les espèces végétales et les espèces microbiennes, les premières ont l'avantage, et les secondes, privées de la condition même de leur existence, languissent ou même cessent leur travail.

» Cette insuffisance de la nitrification entraîne à de lourdes dépenses d'engrais azotés, qui se réduiraient dans une large mesure, si les terres étaient arrosées.

» J'essaie de montrer dans cet Ouvrage que la prospérité agricole est étroitement liée au développement des entreprises d'irrigation, car l'eau est la première condition de la fertilité. »

M. **Edmond Perrier**, en présentant à l'Académie le premier Volume du « Nouveau Dictionnaire des Sciences », rédigé par lui, en collaboration avec MM. *Paul Poiré*, *Remy Perrier* et *Joannis*, s'exprime ainsi :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie le premier Volume (il y en aura deux) d'un nouveau Dictionnaire des Sciences et de leurs applications. La plupart des Ouvrages de ce genre sont anciens; et l'on sait avec quelle rapidité les Sciences ont progressé dans ces vingt dernières années.

» Le nouveau Dictionnaire a été rédigé par un groupe de jeunes savants, professeurs et ingénieurs, qui avaient prié mon ancien collègue M. Paul Poiré et moi de diriger leur œuvre et d'harmoniser, en quelque sorte, leur collaboration.

» J'ose espérer que ce gros œuvre comblera une lacune et rendra quelques services aux personnes qui s'intéressent de près ou de loin aux questions scientifiques. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doivent être présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique pour la chaire de Culture, actuellement vacante au Muséum d'Histoire naturelle.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 58,

| | | |
|---|---|---|
| M. Costantin | obtient . . . . . . . . . . | 51 suffrages |
| M. Bois | » . . . . . . . . . . | 5 » |
| M. Mangin | » . . . . . . . . . . | 1 » |

Il y a un bulletin blanc.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 52,

| | | |
|---|---|---|
| M. Bois | obtient. . . . . . . . . . . | 48 suffrages |
| M. Lecomte | ». . . . . . . . . . . . | 1 » |

Il y a trois bulletins blancs.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra :

*En première ligne* . . . . . . . . . . . M. **Costantin.**
*En seconde ligne*. . . . . . . . . . . . M. **Bois.**

## CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. *L. Boltzmann*, professeur à l'Université de Leipzig, intitulé : « Leçons sur la théorie des gaz, traduites par M. *A. Gallotti*, avec une introduction et des notes de M. Brillouin; première Partie. » (Présenté par M. H. Poincaré.)

### GÉOMÉTRIE. — *Sur les systèmes conjugués persistants.* Note de M. **A. Demoulin.**

« Soit à déterminer les surfaces dont la courbure totale est une fonction donnée $-\frac{1}{\lambda^2(\alpha,\beta)}$ des paramètres des lignes asymptotiques.

» L'élément linéaire de la représentation sphérique étant

$$(1)\qquad ds^2 = e\,d\alpha^2 + 2f\,d\alpha\,d\beta + g\,d\beta^2,$$

il faut et il suffit que l'on ait (Darboux, *Leçons*, 4ᵉ Partie, p. 31)

$$(2)\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial}{\partial\beta}(\lambda e) + f\dfrac{\partial\lambda}{\partial\alpha} = 0, \\ \dfrac{\partial}{\partial\alpha}(\lambda g) + f\dfrac{\partial\lambda}{\partial\beta} = 0. \end{cases}$$

» Tout revient à trouver les valeurs de $e, f, g$ qui vérifient ces équations ainsi que l'équation obtenue en égalant à l'unité la courbure totale du $ds^2$ (1). A cet effet, traçons sur la sphère de rayon *un* un réseau arbitraire, mais déterminé, et soit

$$(3)\qquad ds^2 = \mathrm{E}\,dz^2 + 2\mathrm{F}\,dz\,dz_1 + \mathrm{G}\,dz_1^2$$

l'élément linéaire de la sphère exprimé en fonction des paramètres des deux familles de ce réseau. Si l'on pose $z = \varphi(\alpha,\beta)$, $z_1 = \psi(\alpha,\beta)$, ce $ds^2$

prendra la forme (1), les coefficients E, F, G ayant pour valeurs

$$e = \mathrm{E}p^2 + 2\mathrm{F}pp_1 + \mathrm{G}p_1^2,$$
$$f = \mathrm{E}pq + \mathrm{F}(pq_1 + qp_1) + \mathrm{G}p_1q_1,$$
$$g = \mathrm{E}q^2 + 2\mathrm{F}qq_1 + \mathrm{G}q_1^2.$$

» En portant les expressions de $e$, $f$, $g$ dans les équations (2), nous obtiendrons le système suivant de deux équations aux inconnues $z$ et $z_1$ dont l'intégration fournira la solution complète du problème :

$$(\mathrm{A})\quad \begin{cases} \dfrac{\partial}{\partial\beta}[\lambda(\mathrm{E}p^2 + 2\mathrm{F}pp_1 + \mathrm{G}p_1^2)] + [\mathrm{E}pq + \mathrm{F}(pq_1 - qp_1) + \mathrm{G}p_1q_1]\dfrac{\partial\lambda}{\partial\alpha} = 0, \\ \dfrac{\partial}{\partial\alpha}[\lambda(\mathrm{E}q^2 + 2\mathrm{F}qq_1 + \mathrm{G}q_1^2)] + [\mathrm{E}pq + \mathrm{F}(pq_1 - qp_1) + \mathrm{G}p_1q_1]\dfrac{\partial\lambda}{\partial\beta} = 0. \end{cases}$$

» Pour obtenir la surface répondant à une solution quelconque de ce système, il suffira d'effectuer les trois quadratures qui figurent dans les formules de M. Lelieuvre.

» Occupons-nous, en particulier, des surfaces considérées par M. Bianchi et pour lesquelles la fonction $\lambda$ peut prendre l'une des trois formes $\alpha + \beta$, $\alpha$, $1$. Particularisons l'élément linéaire (3) de la sphère en prenant

$$(4)\qquad ds^2 = dz^2 + \sin^2 z\, dz_1^2.$$

» Faisons d'abord $\lambda = \alpha + \beta$; le système (A) deviendra

$$(\mathrm{A}')\quad \begin{cases} pq + \sin^2 z\, p_1q_1 + p^2 + \sin^2 z\, p_1^2 + (\alpha + \beta)\dfrac{\partial}{\partial\beta}(p^2 + \sin^2 z\, p_1^2) = 0, \\ pq + \sin^2 z\, p_1q_1 + q^2 + \sin^2 z\, q_1^2 + (\alpha + \beta)\dfrac{\partial}{\partial\alpha}(q^2 + \sin^2 z\, q_1^2) = 0. \end{cases}$$

» Comme l'a établi M. Bianchi, le conoïde droit le plus général satisfait à la question : il correspond à la solution $\sin z = \sqrt{\dfrac{\alpha}{\alpha + \beta}}$, $z_1 = f(\alpha)$.

» Cherchons si le système (A′) admet une solution de la forme $z_1 = \alpha - \beta$, $z = f(\alpha + \beta)$. En portant ces valeurs dans les équations (A′), on reconnaît que celles-ci se réduisent à une seule, savoir

$$2f' + 2(\alpha + \beta)f'' + (\alpha + \beta)\sin 2f = 0.$$

» L'intégration de cette équation donnera $\infty^2$ réseaux sphériques

$$\alpha = \text{const.},\qquad \beta = \text{const.}$$

satisfaisants. On obtiendra leurs équations, en coordonnées $(z, z_1)$, en

éliminant successivement, entre les équations

$$z = f(\alpha + \beta, C, C'), \qquad z_1 = \alpha - \beta,$$

les variables β et α. Observons que chacun de ces réseaux est harmoniquement conjugué au réseau $\alpha + \beta = \text{const.}$, $\alpha - \beta = \text{const.}$, c'est-à-dire, en vertu des équations ci-dessus, au réseau *fixe* formé par les parallèles $z = \text{const.}$ et par les méridiens $z_1 = \text{const.}$ Ce point établi, envisageons la surface de vis à filet carré qui admet ce réseau comme représentation sphérique de ses asymptotiques, et, sur cette surface, les réseaux qui ont pour image sphérique les réseaux en question. Ces réseaux seront harmoniquement conjugués au système des lignes asymptotiques, c'est-à-dire conjugués; chacun d'eux ayant même représentation sphérique que les asymptotiques d'une surface de M. Bianchi restera conjugué dans une déformation convenablement choisie de la surface. Ainsi se trouve établie l'existence sur l'hélicoïde minimum d'une double infinité de réseaux conjugués *persistants* de première espèce.

» Si l'on fait, dans les équations (A), $\lambda = 1$, en conservant la forme (4) du $ds^2$ de la sphère, on obtient les équations

$$p^2 + \sin^2 z\, p_1^2 = 1, \qquad q^2 + \sin^2 z\, q_1^2 = 1,$$

qui admettent la solution $z = f(\alpha + \beta)$, $z_1 = \alpha - \beta$, $f$ vérifiant l'équation $f'^2 + \sin^2 f = 1$. Il suit de là que l'hélicoïde minimum possède une infinité simple de réseaux conjugués persistants de troisième espèce ou de M. Voss.

» En prenant pour $ds^2$ de la sphère $ds^2 = -(dz^2 + e^{-2z} dz_1^2)$, on reconnaît que ces propriétés appartiennent aussi à la surface minima réglée de Ribaucour. Le même $ds^2$ fournit une classe de surfaces réglées à plan directeur isotrope. Si l'on joint leurs *associées* aux associées du conoïde droit le plus général, on obtiendra les surfaces considérées par M. Raffy dans sa Note du 11 novembre.

» Je terminerai en faisant connaître une propriété caractéristique des surfaces de M. Voss. Soit à déterminer le couple le plus général de surfaces applicables, la correspondance ponctuelle ainsi établie entre les deux surfaces étant telle que les lignes asymptotiques de l'une correspondent à un système conjugué tracé sur l'autre. Cette relation est celle qui existe entre une surface minima et son adjointe. Si elle existe, les deux surfaces seront des surfaces de M. Voss et leur système conjugué commun sera exclusivement formé de géodésiques. L'une des surfaces pourra être prise arbitrai-

rement. Soit $\mathrm{L}\,du^2 + \mathrm{N}\,dv^2$ sa seconde forme fondamentale, $u$ et $v$ étant les paramètres du système conjugué formé de géodésiques. La seconde forme fondamentale de l'autre surface sera $i(\mathrm{L}\,du^2 - \mathrm{N}\,dv^2)$.

» Une surface peut-elle être de plusieurs manières surface de M. Voss, c'est-à-dire posséder plusieurs réseaux formés de géodésiques? Elle pourra en posséder deux, et deux seulement; mais, si elle en possède trois, elle en possédera une infinité. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les équations et les nombres transcendants.* Note de M. **Edmond Maillet.**

« Nous avons étudié les équations $\Phi(x) = \sum_0^\infty c_n x^{\varpi_n} = 0$ au point de vue algébrique; nous avons obtenu les résultats suivants :

» Pour un mode de décroissance assez rapide des $c_n$ :

» 1° Toute équation

$$\sum_0^n c_a x^{\varpi_a} = \Phi_n(x) = 0$$

n'a que des racines distinctes ainsi que $\Phi(x)$. Cette propriété nous a servi pour les résultats qui seront énoncés dans une prochaine Communication.

» 2° Si les $c_n$ sont tous réels et si $\Phi_n(x) = 0$ a $2\mu$ racines imaginaires et $\varpi_n - 2\mu$ racines réelles ($\varpi_n$ entier), $\Phi(x) = 0$ a $2\mu$ racines imaginaires et $n - 2\mu$ racines réelles distinctes correspondantes.

» L'équation $\Phi_n(x) = 0$ a les $\varpi_n - \varpi_{n-1}$ racines $\xi_1(1+\varepsilon_1)$, $\xi_2(1+\varepsilon_2)$, ..., $\xi_{\varpi_n - \varpi_{n-1}}(1+\varepsilon_{\varpi_n - \varpi_{n-1}})$, $\xi_1$, ..., $\xi_{\varpi_n - \varpi_{n-1}}$ étant les racines de $c_n x^{\varpi_n - \varpi_n} + c_{n-1} = 0$, $\varepsilon_1$, $\varepsilon_2$, ..., $\varepsilon_{\varpi_n - \varpi_{n-1}}$ tendant vers 0 quand $c_n$ tend vers 0, $c_0$, $c_1$, ..., $c_{n-1}$ étant donnés : $\xi_i(1+\varepsilon_i)$ et la racine correspondante de $\Phi(x) = 0$ sont réels ou imaginaires en même temps que $\xi_i$.

» Ceci permet évidemment d'obtenir une valeur approchée des racines de $\Phi(x) = 0$.

» 3° Les racines réelles ou imaginaires de $\Phi_n(x) = 0$ correspondent à autant de racines réelles ou imaginaires du système d'équations binomes

$$c_n \xi^{\varpi_n - \varpi_{n-1}} + c_{n-1} = 0, \qquad c_{n-1}\xi^{\varpi_{n-1} - \varpi_{n-2}} + c_{n-2} = 0, \qquad \ldots.$$

» Voici d'autres résultats de nature arithmétique :

» L'équation $\Phi(x) = 0$ n'a aucune racine algébrique. L'ensemble des racines transcendantes des équations $\Phi(x) = 0$ est un ensemble ayant la puissance du continu.

» Nous croyons devoir rappeler que les nombres X dont l'ensemble a aussi la puissance du continu ne sont pas racines des équations $\Phi(x) = 0$. Nous démontrons ainsi l'existence de deux ensembles distincts de nombres tous transcendants qui ont la puissance du continu. »

ASTRONOMIE. — *Détermination de la hauteur des étoiles filantes observées, en août 1901, entre l'observatoire de Juvisy et la station auxiliaire d'Antony (Croix-de-Berny).* Note de M. C. **Flammarion**, présentée par M. Callandreau.

« J'ai présenté précédemment à l'Académie (¹) les observations des Perséides faites en 1899, sous ma direction, à l'observatoire de Juvisy. J'ai voulu, cette année, donner une plus grande extension à l'étude de cet essaim en créant, en vue de la détermination des hauteurs des météores, une station auxiliaire à Antony (Croix-de-Berny).

» Les observations ont surtout été effectuées du 11 au 14 août, époque du maximum, par mes collaborateurs MM. Antoniadi, Blum, Chrétien, Senouque et Touchet. En outre M. Libert, observateur au Havre, s'est joint à nous, le 12, pour le dénombrement horaire des météores.

» Le Tableau ci-dessous indique la répartition de mes collaborateurs dans les deux stations :

| | 11-12 août. | 12-13 août. | 13-14 août. |
|---|---|---|---|
| Juvisy... | MM. Touchet, Senouque, Libert. | Antoniadi, Blum. | Touchet. |
| Antony.. | MM. Blum, Chrétien. | » | Chrétien. |

» On s'est surtout attaché à observer les météores brillants dont la traînée permettait une détermination précise de la trajectoire.

» Pendant les nuits des 11-12, 12-13, 13-14 août, on a enregistré, dans les deux stations, 283 trajectoires.

» Les météores provenaient de trois radiants principaux, dont voici les coordonnées :

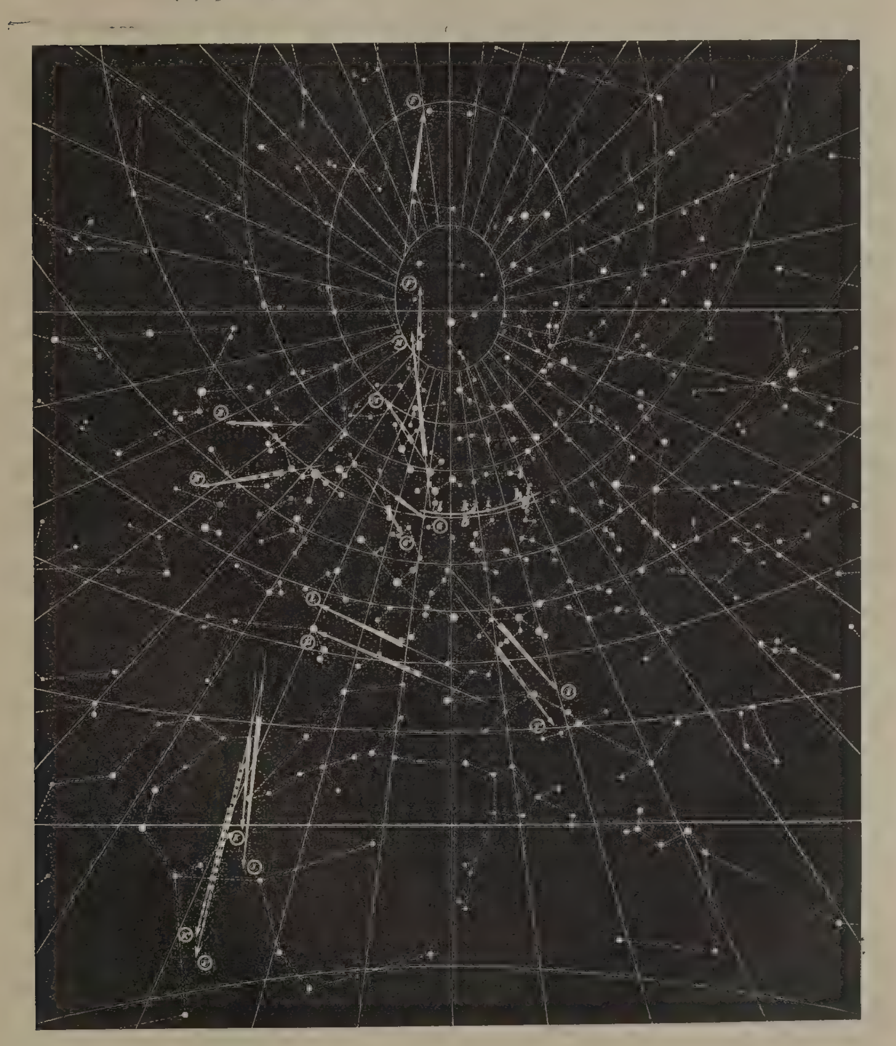
| Constellations. | Æ | D |
|---|---|---|
| Persée........................ | 47° | + 54° |
| Cassiopée..................... | 12° | + 55° |
| Pégase........................ | 352° | + 15° |

ce dernier était le moins actif des trois.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIX, nos 9 et 11, pages 435 à 437 et 460 à 464.

» Nous avons relevé, pendant une nuit (le 12 août), le nombre horaire des météores. Nous avons noté :

| | | |
|---|---|---|
| De $0^h$ à $1^h$ | 117 | étoiles filantes. |
| De $1^h$ à $2^h$ | 35 | » |
| De $2^h$ à $3^h$ | 28 | » |
| De $3^h$ à $3^h 30^m$ | 23 | » |



Trajectoires observées en double à l'observatoire de Juvisy et à la station auxiliaire d'Antony (Croix-de-Berny).

» Le nombre horaire moyen des trajectoires enregistrées a atteint son

maximum dans la nuit du 12 au 13 août. Ces résultats sont d'accord avec les observations de MM. H. Tarry et J. Péridier, membres de la Société astronomique de France.

» La réduction des observations en vue de la détermination des hauteurs des étoiles filantes a été entièrement faite par M. Henri Chrétien, secrétaire de la Commission des Étoiles filantes de la Société astronomique de France. Ces déterminations de la hauteur des météores résultent de la comparaison des observations faites à Juvisy avec celles effectuées à la station auxiliaire de la Croix-de-Berny, distante de $9^{km},200$.

» Le nombre des météores enregistrés en double est de 21, déduit de 59 trajectoires de Juvisy et des 44 qui furent observées pendant la même période à Antony. Sur ces 21 météores, 8 ont finalement présenté les garanties suffisantes pour être soumis au calcul. C'est donc 16 pour 100 des météores observés qui peuvent être sûrement identifiés; ce résultat remarquable est dû à la proximité des stations et à la convention qui fut faite au préalable de porter l'attention principalement vers le zénith.

» La figure représente les 16 trajectoires apparentes groupées deux par deux sur la même carte, de façon à rendre sensibles les effets de parallaxe. Les traits pleins représentent les trajectoires de Juvisy; les pointillés, celles d'Antony; les lettres se correspondent.

» Le Tableau suivant renferme les résultats de la discussion des éléments des 8 météores considérés :

| Météores. | Hauteur à l'apparition. | Hauteur à la disparition. | Longueur de la trajectoire. |
|---|---|---|---|
| | km | km | km |
| B.......... | 38 | 29 | 9,800 |
| F........... | 15 | 13 | 2,250 |
| G.......... | 107 | 68 | 48 |
| H........... | 96 | 22 | 81 |
| I............ | 119 | 86 | 40 |
| J........... | 75 | 14 | 84 |
| K........... | 92 | 23 | 95 |
| L.......... | 30 | 21 | 11 |

» On voit que l'*étoile filante la plus basse est apparue à* 15 *kilomètres de hauteur et la plus élevée à* 119. »

AÉROSTATION. — *Méthode permettant de déterminer la vitesse propre des aérostats dirigeables. Application aux expériences de M. Santos-Dumont.* Note de M. H. DESLANDRES.

« Dans une Note récente des *Comptes rendus* (même Tome, p. 900), M. Armengaud jeune décrit une méthode géométrique permettant de déterminer la vitesse propre (par rapport à l'air) d'un aérostat dirigeable dans une courbe de virage. Il annonce avoir pu appliquer sa méthode à l'ascension remarquable de M. Santos-Dumont du 19 octobre dernier, et avoir trouvé une vitesse propre comprise entre $8^m,50$ et $9^m$ par seconde.

» De mon côté, j'ai présenté à la Commission scientifique de l'Aéro-Club les résultats d'une autre méthode qui donne une vitesse un peu différente, et que je soumets à l'Académie.

» La méthode s'applique à un aérostat qui part de A vers B, tourne autour de B, et revient au point de départ. L'observateur note simplement les temps précis ($t_a$ et $t_r$) de l'aller et du retour, la direction du vent étant connue. La vitesse et la direction du vent sont supposées constantes.

» Un cas simple est celui où la direction du vent est la direction AB ou BA. Si l'on appelle $v$ la vitesse du vent et V la vitesse propre du ballon, D la distance AB, $r$ le rayon moyen de virage, on a les équations suivantes qui déterminent V et $v$ :

$$t_a = \frac{D}{V \pm v} + \frac{\frac{\pi}{2} r}{V \pm \frac{v}{2}}, \qquad t_r = \frac{D}{V \mp v} + \frac{\frac{\pi}{2} r}{V \mp \frac{v}{2}}.$$

» Dans l'ascension du 19 octobre, les durées de l'aller et du retour sont $8^m 45^s$ et $20^m 45^s$, et la distance D entre le Parc d'aérostation de Saint-Cloud et la Tour Eiffel, mesurée sur la Carte d'état-major, est $5400^m$. De plus le Bureau central météorologique a mis aimablement à ma disposition les courbes des enregistreurs de la vitesse et de la direction du vent, installés au sommet de la Tour et sur la terrasse du Bureau, à $600^m$ de la Tour. Les vitesses, au moment de l'ascension, sont $4^m,50$ à $5^m$, à $300^m$ d'altitude, et $1^m,50$ à $2^m$, à $20^m$ du sol. La direction qui est restée à peu près constante est la direction ouest-sud-ouest et fait un angle de 20° avec la direction ouest-est de la ligne Parc-Tour Eiffel.

» Si l'on néglige l'angle entre les directions du vent et de la marche, on a les résultats suivants :

| Rayon de virage. | Vitesse propre du ballon. | Vitesse du vent. |
|---|---|---|
| 100$^{m}$ | 7$^{m}$,53 | 3$^{m}$,10 |
| 200 | 7,75 | 3,23 |
| 300 | 7,97 | 3,36 |

» Le rayon de virage le plus probable est celui de 200$^{m}$, le ballon n'ayant pas atteint l'alignement de l'avenue de la Bourdonnais, à 225$^{m}$ au delà de la Tour. La vitesse du vent ainsi calculée est en accord avec la hauteur de 120$^{m}$ atteinte par le ballon au moment du virage et nettement indiquée dans plusieurs belles photographies prises par M. Angot, de la terrasse du Bureau central.

» Mais j'ai voulu reconnaître l'influence de l'inclinaison du vent par rapport à la direction de la marche. J'ai construit la courbe du ballon dans l'air immobile, en donnant à la Terre, à la Tour et au Parc une vitesse égale et contraire à la vitesse du vent. L'aéronaute qui se dirige constamment vers les buts mobiles, qui sont successivement la Tour et le Parc, décrit dans l'air la courbe appelée familièrement *courbe du chien qui court après son maître* [1]. Or, d'après l'examen de cette courbe, on voit que, pour satisfaire à la condition nouvelle de l'inclinaison, il faut augmenter la vitesse propre de 0$^{m}$,10 et la vitesse du vent de 0$^{m}$,20 [2].

» La vitesse propre trouvée (de 7$^{m}$,60 à 8$^{m}$,10) est un peu inférieure à la vitesse, déterminée par M. Armengaud, dans la courbe de virage, et comprise entre 8$^{m}$,50 et 9$^{m}$. L'écart apparaît plus grand si l'on remarque

---

[1] Le 19 octobre, l'aéronaute a décrit cette courbe spéciale, car, si l'on déduit d'elle la trajectoire projetée sur le sol, on retrouve la courbe à deux boucles observée par les spectateurs et déviée vers le nord par rapport à la ligne des deux buts.

L'aéronaute aurait pu diminuer un peu la durée du trajet, en se maintenant constamment sur l'alignement des deux buts; car alors il aurait décrit dans l'air immobile deux lignes droites constituant le chemin le plus court. Il y a là l'indication d'une règle à suivre dans les expériences futures, et même d'un appareil spécial à organiser pour en rendre l'application facile.

Avec une vitesse du vent et du ballon constante, mais avec une direction du vent variable de 0° à 90° par rapport à la ligne des buts, les points de virage, pour l'aéronaute qui suit le chemin le plus court, sont, dans l'air immobile, situés sur un même cercle excentrique au but B. Le produit des temps d'aller et de retour est constant, et leur somme, qui est variable, est maxima pour l'angle 0° et minima pour l'angle de 90°. Cette propriété peut servir à calculer des Tables donnant les temps de l'aller et du retour dans tous les cas possibles.

[2] Il faut augmenter encore de 0$^{m}$,05 la vitesse propre, et de 0$^{m}$,12 la vitesse du vent, pour tenir compte du fait que le ballon a une vitesse nulle au départ.

que, au virage, la vitesse propre est au-dessous de sa valeur normale par le fait du gouvernail qui augmente la surface offerte au vent.

» De ces deux méthodes, quelle est la meilleure? Celle que je présente repose sur une mesure simple du temps, facile à faire avec précision. Celle de M. Armengaud exige pendant la courte durée du virage ($1^m$ à $2^m$) plusieurs mesures à la fois rapides et précises, du temps, de la distance et de l'azimut. Pour les comparer avec fruit, il faudrait connaître les moyens et appareils employés par M. Armengaud, et non décrits dans sa Note.

» En résumé, les très belles expériences de M. Santos-Dumont confirment l'aisance de mouvement des ballons automobiles, déjà reconnue et signalée par les aérostiers militaires de Chalais (Renard et Krebs en 1884, les frères Renard en 1885) qui, les premiers, sont revenus à leur point de départ, avec un vent contraire et une longueur de trajet équivalente. Mais, en plus, M. Santos-Dumont a obtenu une augmentation sensible de la vitesse, qui, de $6^m,50$ (vitesse atteinte en 1885), a été portée à $8^m$.

» Il faut remarquer, d'ailleurs, que récemment les moteurs légers ont fait de très grands progrès. En 1885, ils avaient $50^{kg}$ par cheval; actuellement, ils ont seulement $5^{kg}$ et sont, pour le même poids, dix fois plus puissants. Ils permettent donc de doubler la vitesse de 1885, les vitesses étant proportionnelles aux racines cubiques des puissances développées.

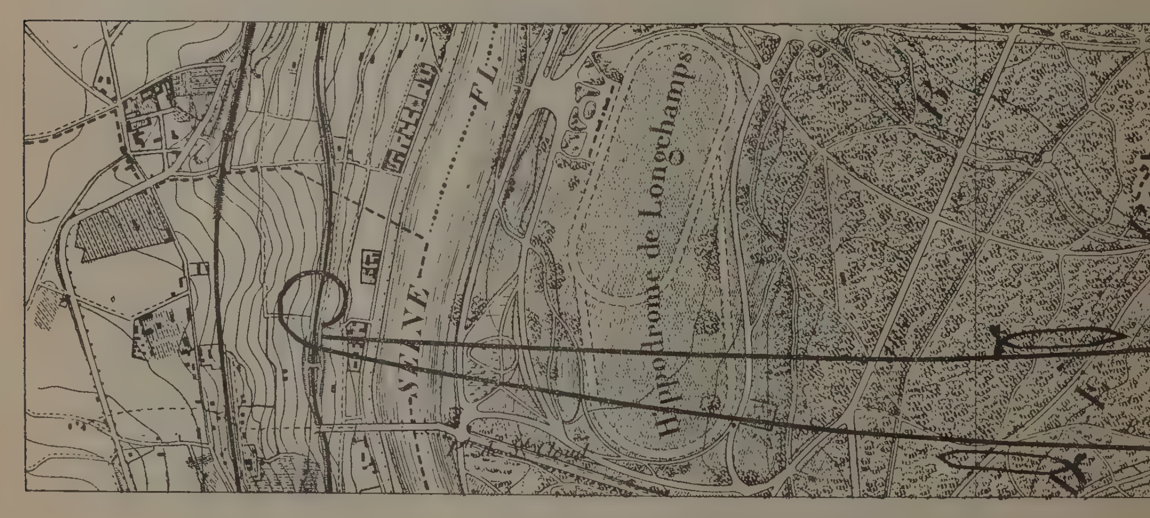
» Les deux ballons de 1885 et de 1901 ont la même forme générale, le premier avec une surface de $55^{mq}$ et un moteur de 9 chevaux, le second avec une surface de $28^{mq}$ et un moteur de 20 chevaux. Si l'on part du ballon de 1885, qui a été l'objet de mesures précises de vitesse, en admettant que la résistance de l'air est proportionnelle à la surface et au carré de la vitesse, on calcule que le ballon de 1901 aurait pu atteindre une vitesse de $10^m,6$ (au lieu de $8^m$). La cause principale de cet écart doit être rapportée au tangage qui, dans le dernier ballon, était particulièrement fort. Le tangage, qui diminue la vitesse et même peut compromettre le ballon, a une amplitude, variable suivant des lois complexes, qui croît avec la vitesse. Il apparaît comme le principal obstacle aux progrès des ballons automobiles qui doivent atteindre $13^m$ de vitesse pour lutter huit fois sur dix contre le vent. Or, le ballon de M. Santos-Dumont n'avait aucun organe contre le tangage; celui de 1884 et surtout celui de 1885 avaient une série de dispositifs pour le diminuer et l'amortir. Un des points les plus ardus du problème sera de réunir dans un même ballon deux qualités difficiles à concilier, à savoir : une grande vitesse et une grande stabilité de marche.

» Je dois ajouter que la plupart des considérations précédentes m'ont été suggérées par la Conférence sur la Navigation aérienne faite par le colonel Renard, au Congrès d'aérostation de 1900. »

AÉROSTATION. — *Note complétant celle du 25 novembre dernier et donnant par un tracé, avec une approximation de $\frac{1}{20}$ au moins, la trajectoire sur le sol de l'aérostat dirigeable de M. Santos-Dumont dans l'épreuve du 19 octobre*; par M. J. **Armengaud** jeune.

« Pendant l'épreuve du 19 octobre dernier, étant placé sur le pont de la gare des Coteaux de Saint-Cloud, j'ai suivi avec une jumelle l'aérostat; je ne l'ai pas perdu de vue pendant la demi-heure de son trajet aller et retour, sauf pendant les quelques instants où, vers le point extrême de son évolution autour de la tour Eiffel, il a été masqué par la tour. J'avais donc pu, de mémoire, faire un premier tracé approximatif de la projection horizontale de la trajectoire de l'aérostat.

» Mais, en raison de l'importance de la question, j'ai cru devoir chercher une exactitude aussi grande que possible; c'est pourquoi j'ai fait une enquête à Auteuil et dans le quartier de Passy, auprès des personnes que je savais ayant pu se trouver sur le trajet, et non loin du passage au zénith




Tracé sur la Carte du Service géographique de l'Armée, à $\frac{1}{20000}$, de la tra

de l'aérostat, et j'ai consulté certains observateurs qui avaient vu évoluer le ballon des plates-formes de la tour Eiffel.

» C'est quand j'ai été certain de la concordance de toutes ces indications, que j'ai obtenu la courbe définitive que je présente aujourd'hui, en la traçant sur la carte au $\frac{1}{20000}$, dressée par le Service géographique de l'Armée.

» Les points de repère, dont je puis notamment garantir l'exactitude surtout pour le retour, sont les suivants :

» *A l'aller.* — A, 100$^m$ de la pointe extrême du petit lac du Bois de Boulogne; B, intersection de la rue des Vignes et de la rue Boulainvillers; C, 200$^m$ à droite de la tour de gauche du Palais du Trocadéro quand on le regarde du Pont d'Iéna; D, 250$^m$ au point extrême à partir de l'axe de la tour.

» *Au retour.* — E, point de croisement, à 50$^m$ de l'extrémité de l'aile gauche du palais du Trocadéro; F, la maison du n° 48 de la rue du Ranelagh; G, le bastion n° 69 du boulevard Suchet; H, l'angle gauche de la tribune du Jockey-Club à l'hippodrome d'Auteuil.

» Le jour de l'épreuve, on a, au chronomètre, noté que l'aérostat avait mis six minutes pour franchir la distance existant entre le parc d'aérostation et le point où il a commencé son virage. Cette distance, étant de 4900$^m$, donne comme vitesse moyenne réelle 13$^m$,60 à la seconde et, en en défalquant la vitesse du vent, soit 4$^m$,50, soit 5$^m$, valeurs extrêmes, on trouve que la vitesse propre a varié de 8$^m$,60 à 9$^m$,10.

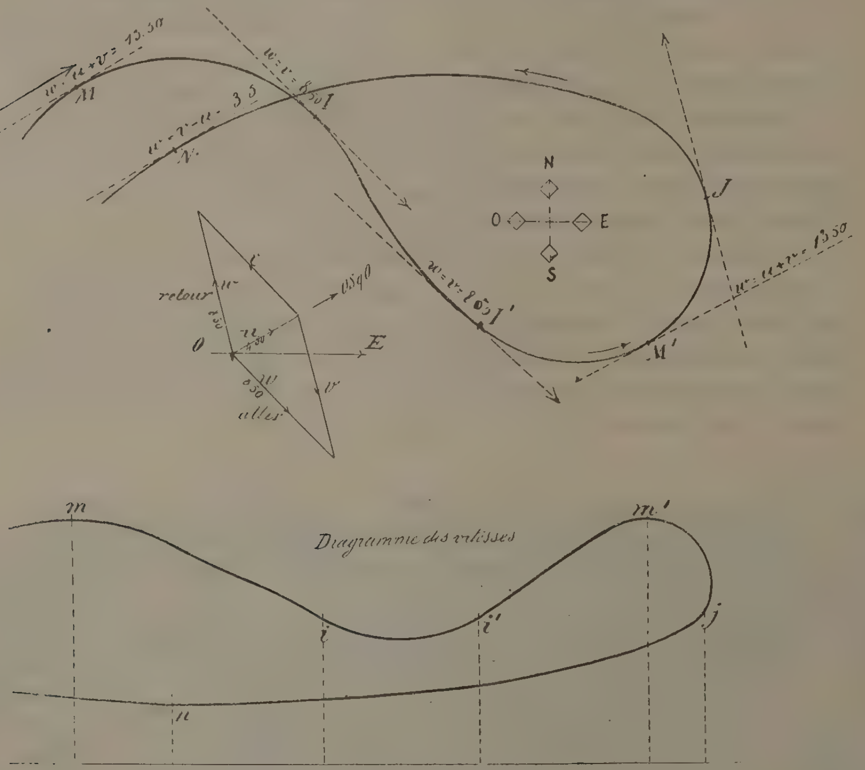



de l'aérostat de M. Santos-Dumont, dans l'expérience du 19 octobre 1901.

» Mais, grâce à la méthode graphique que j'ai indiquée, en construisant plusieurs cercles osculateurs sur diverses portions de la boucle fermée, j'ai pu marquer avec précision les points I, I′ et J où le triangle de la composition des vitesses est isoscèle, c'est-à-dire pour lesquels la vitesse propre de l'aérostat a été égale à la vitesse réelle.

» D'autre part, en prenant les dimensions principales de l'aérostat, et

Boucle de la trajectoire de l'aérostat autour de la tour Eiffel.
Triangle isoscèle au point où la vitesse propre $v$ est égale à la vitesse réelle $w$.




I, I′, J, points où la vitesse propre $v$ est égale à la vitesse réelle $w$;
$u$, vitesse du vent variant de $4^m,50$ à $5^m$.

avec les données résultant de la puissance du moteur (16 chevaux), de l'effort obtenu par l'hélice ($70^{kg}$) j'ai, en appliquant les formules mêmes du colonel Renard et celles de M. Duroy de Bruignac, trouvé, pour la vitesse propre, des valeurs variant de $9^m$ à $10^m$.

» Je puis donc conclure d'une façon positive et catégorique que, dans l'épreuve du 19 octobre, où M. Santos-Dumont a maîtrisé en quelque sorte

l'espace et le temps, il a atteint avec son aérostat une vitesse propre entre $8^m,50$ et $9^m$, soit un gain de $2^m$ au moins sur la vitesse propre du ballon de Chalais dans les expériences célèbres de 1884 et 1885. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Influence des courants* vagabonds *sur le champ magnétique terrestre, à l'observatoire du Parc Saint-Maur.* Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

« Les appareils de variations magnétiques, modifiés par certains dispositifs que j'ai indiqués précédemment (1), notamment par l'emploi d'amortisseurs, permettent d'obtenir, dans la zone d'action des tramways électriques à trolley, des courbes de la déclinaison et de la composante horizontale, où l'influence des courants *vagabonds* est notablement atténuée (2).

» Il était nécessaire de rechercher si les courbes actuelles, assez réduites en épaisseur pour qu'il soit possible de les dépouiller, sinon avec toute la rigueur antérieure, au moins avec une certaine approximation, représentent fidèlement la marche diurne des éléments magnétiques.

» I. J'ai d'abord comparé, pour la période d'avril à septembre 1901, la marche diurne des trois éléments D, H, Z, obtenue simultanément à notre nouvelle station du Val-Joyeux (3), où fonctionne depuis un an le magnétographe réglementaire de M. Mascart, et à l'observatoire du Parc Saint-Maur qui, depuis le mois d'octobre 1900, se trouve sous l'influence des courants de tout un réseau de tramways électriques à trolley et où, pour ce motif, les appareils amortis ont été mis en service. Les deux stations sont à $35^{km}$ l'une de l'autre, à la même latitude. On peut admettre que la variation diurne y est identique; de plus, les éléments doivent y avoir la même marche pendant la suspension du service des tramways, de $2^h$ à $5^h$.

» *Déclinaison.* — Le repère de la courbe, déduit des mesures absolues,

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXXXI, p. 337.

(2) Depuis, les oscillations de la balance magnétique ont été amorties également, mais l'effet est beaucoup moins net, et les courbes de la composante verticale ne peuvent être dépouillées qu'après avoir été régularisées à la main. Comme les troubles causés par les courants des tramways ne sont pas symétriques sur l'axe de la courbe, la méthode du tracé moyen n'a qu'une valeur toute relative.

(3) *Comptes rendus,* t. CXXXII, p. 30.

devrait être tel que l'écart à la moyenne fût de même valeur dans les deux stations, aux heures d'interruption du service des tramways. Or, les déclinaisons au Parc Saint-Maur sont plus faibles de 0',4 en moyenne, pendant cette période de calme, que celles du Val-Joyeux ; en leur appliquant cette correction, on trouve que, sauf vers le milieu du jour, cet élément est plus élevé qu'au Val-Joyeux, principalement entre $14^h$ et $23^h$; de $18^h$ à $22^h$ l'excès atteint 0', 9. En fait, la déclinaison, qui normalement passe par sa valeur moyenne à $18^h$, n'y passe plus maintenant qu'à $21^h$ et même $22^h$ au Parc Saint-Maur.

» *Composante horizontale.* — Les mesures absolues actuelles de cet élément au Parc Saint-Maur ne sont pas non plus correctes, car elles conduisent à des valeurs plus faibles de 0,00007 qu'au Val-Joyeux pendant la période de calme, de $2^h$ à $5^h$; en rétablissant la concordance, la composante horizontale observée au Parc Saint-Maur est trop élevée pendant tout le reste de la journée, mais surtout de $14^h$ à $20^h$; l'excès maximum atteint 0,00011.

» *Composante verticale.* — Sous la réserve faite plus haut, cet élément subirait également un trouble de même sens que H. La force magnétique totale observée serait donc elle-même trop grande au Parc Saint-Maur pendant la durée du service des tramways.

» II. Pour rechercher si les écarts constatés dans la marche de la variation diurne ne seraient pas dus à la station du Val-Joyeux, située dans la région soumise à l'anomalie magnétique du bassin de Paris, j'ai ensuite comparé entre elles les observations du Parc Saint-Maur 1900 et 1901, pendant la même période (avril à septembre). Ces deux années sont voisines de l'époque du minimum des taches solaires, et la variation diurne des éléments magnétiques en 1901 est sensiblement égale à celle de 1900. Cette seconde comparaison accuse, pour tous les éléments, des écarts de même ordre et de même sens que la précédente. Les irrégularités constatées semblent donc bien imputables aux observations du Parc Saint-Maur de 1901.

» III. Enfin, la comparaison des variations non troublées du Parc Saint-Maur (avril-septembre 1900) avec celles du Val-Joyeux (avril-septembre 1901) fournit un autre argument en faveur de cette hypothèse. En raison du voisinage commun de l'époque du minimum des taches solaires, la marche des éléments magnétiques doit être sensiblement identique pour les deux séries : c'est précisément ce que montre ce nouveau rapprochement.

» Il résulte de ces comparaisons que si les courbes magnétiques actuelles ont pu être ramenées à une finesse relative par l'emploi d'amortisseurs, le champ terrestre est néanmoins perturbé à l'observatoire du Parc Saint-Maur depuis l'établissement du réseau de tramways électriques à trolley de l'Est parisien, et les troubles se manifestent non seulement sur la variation diurne, mais encore sur la valeur absolue des éléments magnétiques. »

PHYSIQUE. — *Sur l'auscultation des orages lointains et sur l'étude de la variation diurne de l'électricité atmosphérique.* Note de M. **Th. Tommasina**, présentée par M. A. Cornu.

« Une nouvelle série d'observations des orages lointains par auscultation au moyen de l'électroradiophone me permet de confirmer les résultats décrits dans ma Note du 26 novembre 1900 ([1]) et d'en signaler d'autres.

» De premières observations ont été faites avec le même dispositif, sauf l'isolement des extrémités des antennes, pour lequel j'ai adopté trois isolateurs du même type que les isolateurs de Mascart, et j'en ai placé un dans la maison, auquel venaient aboutir les trois fils d'antenne. C'est avec ce dispositif que j'ai pu constater pendant un orage qui s'avançait dans le champ visuel délimité par les trois fils s'élargissant en éventail, que *certains éclairs semblent dus à des décharges non oscillantes,* car l'électroradiophone n'en donnait aucun signe perceptible ; ce point étant très discuté, je crois utile de signaler cette observation.

» Plus tard, ayant prolongé de $120^{m}$ l'antenne centrale, comme je le décrirai dans la suite, j'ai pu écouter les orages qui avaient lieu pendant la nuit du 29 au 30 octobre, à plus de $200^{km}$ d'Intra (lac Majeur), en Ligurie, et pendant la nuit du $1^{er}$ au 2 novembre, sur la mer, près des côtes de l'île d'Elbe, ainsi dans une zone de plus de $400^{km}$ de rayon.

» Cette grande distance à laquelle les orages peuvent être perçus a été constatée aussi par le professeur Boggio Lera à l'observatoire météorologique de Catane, entre Catane (Sicile) et Foggia (Italie méridionale), $430^{km}$ ([2]).

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 876-878.

([2]) *Atti dell' Accademia Gioenia di Scienze naturali in Catania,* 4e série, vol. XIV, octobre 1901.

» La raison qui m'avait conduit à modifier mon système d'antennes est la suivante : Pendant les auscultations que je faisais à intervalles variables de $7^h$ du matin à minuit, prenant note chaque fois de la hauteur du baromètre, de l'état hygrométrique de l'air, de la température et de l'état du ciel, j'avais entendu toujours de très légers chocs dans l'appareil. Ces chocs avaient un caractère spécial ; ils se produisaient à intervalles plus ou moins rapprochés, suivant les heures, mais assez réguliers pendant le temps de chaque observation. Ce n'était pas le bruit des orages, ni celui qui indique un changement du temps ou plus particulièrement la pluie.

» L'appareil qui donnait le mieux ce phénomène était un électroradiophone très sensible dont le cohéreur décohérent n'était pas à contact charbon-charbon, mais charbon-bismuth, formé d'un seul fragment de bismuth (lame mince de clivage) placé entre deux cylindres de charbon.

» J'ai pu reconnaître facilement que le phénomène est dû à une charge statique, les antennes fonctionnant aussi comme collecteur de l'électricité atmosphérique. En effet, si l'on ôtait la communication avec la terre, le bruit ne se reproduisait plus, de même en la rétablissant et en interrompant celle avec les antennes. D'ailleurs, en insérant directement l'électroradiophone sans pile entre le fil de terre et le fil aérien, le bruit se produisait encore mais plus faiblement.

» Pour augmenter la surface collectrice et dans le but aussi d'étendre plus loin la perception des orages, j'ai alors tendu presque horizontalement un fil de fer galvanisé de $1^{mm}$ d'épaisseur et de $120^m$ environ de longueur, allant sous le toit d'une maison en construction à $16^m$ de hauteur et fixé à chaque extrémité à un isolateur. Un bon contact était établi entre ce fil et l'antenne centrale de $30^m$ de long du premier faisceau, ce qui, avec les deux autres fils, faisait un total de $210^m$ d'antennes. Obtenue ainsi l'augmentation de l'effet, j'ai pu m'assurer que le phénomène a lieu constamment jour et nuit. Lorsque aucune action météorique n'intervenait, la moyenne était de 5 à 6 décharges par minute seulement.

» Quant à la variation diurne de l'électricité atmosphérique, j'ai pu constater les deux maxima du matin et du soir, la première beaucoup moins accentuée que la deuxième. En outre, dans ces observations, bien qu'en nombre très limité, faites depuis la moitié d'octobre au 7 novembre, j'ai reconnu *une diminution progressive de l'intensité du maximum du matin avec tendance à disparaître pour former une seule oscillation ayant son maximum dans les premières heures de la nuit*.

» L'automne exceptionnelle de cette année, très favorable pour l'étude des orages, ne l'était pas pour cette nouvelle application de l'électroradiophone, mais j'ai pu faire un nombre suffisant d'observations pour me convaincre de son utilité. Un électroradiophone sans pile en communication

par l'une des bornes à une mise à la terre, facile à établir, et par l'autre borne relié à l'aide d'un fil en aluminium à un cerf-volant, constitue un dispositif bien simple pour les excursions, spécialement en montagne, ayant pour but l'étude des variations diurnes du potentiel électrique de l'atmosphère. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les alliages d'aluminium et de magnésium.* Note de M. O. **Boudouard**, présentée par M. Troost.

« Une étude précédente sur la fusibilité des alliages d'aluminium et de magnésium [1] m'avait fait prévoir l'existence d'au moins deux combinaisons définies : $AlMg^2$ et AlMg. En utilisant les données fournies, d'une part, par la Métallographie microscopique, d'autre part par les méthodes chimiques, je suis arrivé à isoler, en plus des deux combinaisons précitées, la combinaison $Al^4Mg$.

» J'ai d'abord essayé d'appliquer à l'aluminium et au magnésium la méthode de superposition des métaux préconisée par M. Le Chatelier [2] pour les alliages cuivre-aluminium et cuivre-zinc. Aux difficultés inhérentes à la méthode elle-même (formation d'une couche d'oxyde à la surface des métaux) s'en ajoute une nouvelle due à la facilité avec laquelle le magnésium brûle à l'air. Les résultats, peu satisfaisants en général, m'ont cependant permis de mettre en évidence les cristaux d'une combinaison dont l'analyse répond à la formule $Al^4Mg$. Ces cristaux ont été séparés par attaque du culot métallique par l'acide chlorhydrique à 10 pour 100; ils ont donné à l'analyse :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Al............ | 81,5 | 82,3 | Mg........... | 18,9 | 17,5 |

» Étant donnés ces premiers résultats, j'ai donc été obligé de reprendre la méthode ordinaire : faire une série d'alliages de compositions différentes et les étudier successivement de façon à ne pas laisser inaperçues quelques combinaisons.

» *Métallographie microscopique.* — En faisant varier les proportions d'aluminium de 0 à 100, j'ai préparé une série de neuf échantillons qui ont été examinés au microscope Le Chatelier. L'examen des surfaces polies était

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1325.

(2) *Bull. Soc. d'Encouragement*, septembre 1901.

fait avant et après attaque par des réactifs convenables. Les attaques ayant toutes eu lieu au trempé, voici ce que j'ai obtenu :

» L'acide chlorhydrique et la potasse décèlent l'existence, dans l'échantillon 70 Al — 30 Mg, de magnifiques dendrites, dont quelques-uns rappellent les formes cristallines hexagonales de la glace. L'attaque de l'échantillon 30 Al — 70 Mg par l'acide chlorhydrique et le chlorure d'ammonium met à nu des cristaux arborescents très nets, noyés dans une masse de texture analogue à la perlite, formée très probablement par un eutectique.

» L'échantillon 40 Al — 60 Mg, par une attaque modérée à l'acide chlorhydrique, laisse paraître des cristaux irréguliers dans lesquels on peut reconnaître la forme générale de dendrites. L'examen micrographique du culot 50 Al — 50 Mg ne m'a donné rien de bien net.

» *Combinaisons définies.* — Dans cette deuxième partie, je vais indiquer les moyens qui m'ont permis d'isoler les combinaisons définies de magnésium et d'aluminium, par suite de confirmer les indications données par l'étude de la fusibilité de ces alliages, ainsi que par leur examen microscopique.

» 1° $AlMg^2$. — On traite à froid le culot métallique 30 Al — 70 Mg par le chlorhydrate d'ammoniaque à 10 pour 100; il se fait un dégagement gazeux, et il reste dans le fond du verre une poudre cristalline que l'on recueille et analyse. Les résultats obtenus sont très concordants :

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Al..... | 35,4 | 36,7 | 35,8 | 35,8 | 34,9 | 35,4 |
| Mg..... | 64,4 | 63,2 | 64,3 | 64,1 | 65,1 | 64,5 |

» On peut aussi isoler la combinaison $AlMg^2$ par l'emploi de l'acide chlorhydrique à 10 pour 100; un essai m'a donné 34,5 d'aluminium, magnésium non dosé.

» La composition centésimale théorique de $AlMg^2$ correspond à 36 d'aluminium et 64 de magnésium.

» La densité de $AlMg^2$, par les liquides lourds, est de 2,03.

» 2° AlMg. — Pour obtenir cette combinaison définie, il suffit de traiter à chaud les culots métalliques 40 Al — 60 Mg et 50 Al — 50 Mg par le chlorhydrate d'ammoniaque à 10 pour 100. L'analyse de la poudre cristalline obtenue a donné les résultats suivants :

» (*a*) Pour les cristaux venant du culot 40 Al — 60 Mg :

| | | |
|---|---|---|
| Al.................... | 52,1 | 53,4 |
| Mg.................... | 48,0 | 46,7 |

» (*b*) Pour les cristaux venant du culot 50 Al — 50 Mg :

| | | |
|---|---|---|
| Al.................... | 51,4 | 51,5 |
| Mg.................... | 48,4 | 48,6 |

» J'ai indiqué précédemment avoir essayé de faire des culots métalliques par superposition des deux métaux; dans tous les cas, la partie supérieure de ces culots était excessivement cassante; l'analyse de quelques fragments m'a donné 53,5 Al et 46,5 Mg.

» La composition centésimale théorique de AlMg correspond à 52,9 d'aluminium et 47,1 de magnésium.

» La densité de AlMg, par les liquides lourds, est 2,15.

» 3° $Al^4Mg$. — Le meilleur procédé permettant d'obtenir la combinaison définie $Al^4Mg$ consiste à traiter le culot 70Al — 30Mg par l'acide chlorhydrique à 10 pour 100, à froid. Il reste une poudre cristalline qui donne, à l'analyse, 82 d'aluminium et 18,1 de magnésium; ces résultats s'accordent avec ceux mentionnés plus haut :

| | | |
|---|---|---|
| Al.................. | 81,5 | 82,3 |
| Mg.................. | 18,9 | 17,5 |

» La composition centésimale théorique de $Al^4Mg$ correspond à 81,8 d'aluminium et 18,2 de magnésium.

» La densité de $Al^4Mg$, par les liquides lourds, est 2,58. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les alliages du strontium avec le zinc et le cadmium.* Note de M. **Henri Gautier**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les propriétés du strontium sont actuellement peu connues, et ce que nous en savons résulte de l'étude de produits dont aucune analyse n'a jamais été publiée. Les savants qui se sont occupés de ce métal, Davy, Bunsen et Matthiessen, se sont principalement attachés à l'isolement du calcium et ne consacrent que peu de lignes à la préparation du strontium, qu'ils se bornent à donner comme identique à celle du calcium.

» A la fin de son Mémoire relatif à la préparation du calcium, Caron annonce qu'il a obtenu des alliages du zinc avec le baryum et avec le strontium, mais il n'en donne ni les analyses ni les propriétés et ne dit pas s'il est parvenu à en extraire le métal alcalino-terreux.

» Le peu de précision de ces résultats m'a engagé à reprendre l'étude de la préparation du strontium; ce sont les premiers résultats de cette étude que je viens soumettre à l'Académie.

» J'ai d'abord cherché à répéter, avec le chlorure de strontium, l'expérience décrite par Caron pour la préparation de l'alliage zinc-calcium à partir du chlorure de calcium. Il se forme bien, dans ces conditions, un alliage de zinc et de strontium, mais, en faisant varier les proportions de matières employées et la température de réaction, il m'a été impossible d'arriver à un alliage renfermant plus de 2 pour 100 à 3 pour 100 de strontium.

» Pour faciliter la mise en liberté du strontium et la formation de son alliage avec le zinc, j'ai alors songé à traiter le chlorure de strontium par le sodium, en présence, non plus du zinc, mais du chlorure de zinc.

» L'opération a été faite en mettant en présence 100gr de sodium avec 200gr d'un mélange à poids égaux de chlorures de strontium et de zinc préalablement fondu. Ces substances ont été placées dans un creuset en fer muni d'un couvercle à vis, et l'on a chauffé le tout au rouge franc pendant une heure environ.

» Après refroidissement, quand on ouvre le creuset, ou trouve à la partie supérieure un alliage ternaire de sodium, zinc et strontium. Celui-ci a été divisé en petits fragments et traité par l'alcool absolu pour éliminer le sodium; on obtient pour résidu de cette attaque une poudre métallique s'altérant facilement à l'humidité et que l'on sèche dans un courant d'hydrogène sec après lavage à l'éther anhydre. Cet alliage présente une teneur en strontium qui varie de 12 à 14 pour 100. Il est donc beaucoup plus riche que celui fourni par la méthode de Caron, mais le rendement total en alliage est toujours faible. Le chlorure de zinc est, en effet, très volatil à la température à laquelle on opère; il en est de même du sodium, et ces deux vapeurs viennent réagir à la partie supérieure du creuset sans donner lieu à l'effet utile que l'on cherchait à obtenir par la mise en liberté du zinc au contact même du chlorure de strontium.

» Dans une autre série d'essais, j'ai remplacé le chlorure de strontium par l'iodure. La différence des chaleurs de formation des iodures de sodium et de strontium étant supérieure à celle des chlorures correspondants, on pouvait espérer, par cette substitution, arriver à des alliages plus riches. L'expérience est venue confirmer cette prévision.

» On a opéré, dans un creuset en fer à couvercle vissé, avec un mélange de 100gr de zinc, 50gr de sodium et 200gr d'iodure de strontium parfaitement sec. Le fond du creuset ayant été maintenu pendant deux heures au rouge cerise, tandis que le haut n'était qu'au rouge sombre, on a trouvé, après refroidissement, le contenu du creuset divisé en trois couches distinctes : une supérieure, peu épaisse, formée de sodium; une moyenne, verdâtre, contenant de l'iodure de sodium, et enfin une couche inférieure parfaitement fondue, dure, cassante et constituée par un alliage de zinc et strontium à 18 pour 100 de ce dernier avec des traces de sodium. Avec les proportions indiquées, le rendement en alliage est de 100gr environ.

» Je ne pouvais chercher à extraire le strontium de cet alliage par distillation du zinc dans un creuset de charbon, comme Caron l'avait proposé pour le calcium, car j'aurais vraisemblablement obtenu pour résidu du carbure de strontium, et j'ai alors songé à mettre à profit, pour la séparation des deux métaux, l'extrême volatilité du zinc dans le vide signalée, il y a longtemps déjà, par M. Demarçay [1] pour le zinc

---

[1] Demarçay, *Comptes rendus*, t. XCV, p. 183

et quelques autres métaux. Je pensais que le zinc pourrait distiller et que j'obtiendrais le strontium comme résidu.

» L'alliage de zinc et de strontium, contenu dans une nacelle de fer, a été placé dans un tube en porcelaine de Berlin, relié à une extrémité, par un mastiquage, à une trompe à mercure et fermé, à l'autre, par un plan de verre rodé permettant d'observer ce qui se passait dans le tube. Le tube de porcelaine était chauffé au moyen du dispositif préconisé depuis plusieurs années par M. Charpy dans ses recherches sur la trempe de l'acier [1] et qui consiste à entourer le tube d'une spirale métallique maintenue chaude par le passage d'un courant d'une intensité donnée.

» J'ai chauffé d'abord deux heures à 350°, puis ensuite une heure au rouge sombre. A l'ouverture du tube, il ne restait rien dans la nacelle; le strontium s'était volatilisé en même temps que le zinc.

» Des essais analogues ont été alors recommencés en remplaçant le zinc par le cadmium, qui est beaucoup plus volatil.

» En opérant comme avec le zinc, on obtient des alliages de cadmium-strontium renfermant en moyenne 18 à 20 pour 100 de métal alcalino-terreux. Ces alliages peuvent être enrichis par distillation dans le vide dans un tube de verre, à une température de 250° à 300° environ. Après trois heures de chauffe d'un alliage à 20 pour 100, je suis arrivé à 28 pour 100; en chauffant pendant une journée entière, j'ai obtenu un alliage à 45 pour 100.

» L'alliage riche prend par la lime un beau poli, mais la surface brillante se ternit très vite au contact de l'air.

» Il décompose l'eau rapidement en laissant un résidu de cadmium pulvérulent.

» Dans l'oxygène, il brûle lentement au rouge sombre en se recouvrant d'oxyde qui ralentit la combustion.

» Au contact du soufre fondu et bien avant l'ébullition, il y a une vive incandescence, formation de sulfure de strontium et de sulfure jaune de cadmium.

» La vapeur de phosphore réagit lentement au rouge en donnant un phosphure décomposable par l'eau.

» Dans le chlore, l'alliage donne lieu à une combustion extrêmement vive sous l'influence d'une légère élévation de température; il se forme du chlorure de strontium et du chlorure de cadmium qui se trouve volatilisé.

» L'iode réagit avec incandescence au rouge sombre.

» Enfin l'alliage absorbe l'hydrogène au rouge sombre pour donner de l'hydrure de strontium qui peut être séparé du cadmium par vaporisation

---

[1] Charpy, *Bulletin de la Société d'Encouragement*, 1895.

de ce dernier dans le vide. L'hydrure qui se forme ainsi est blanc, très altérable à l'air; celui que j'ai obtenu contenait un peu de strontiane et son analyse, déduction faite de cette strontiane, conduit, pour l'hydrure, à la formule $SrH^2$.

» Je poursuis l'étude de ces réactions et j'espère pouvoir bientôt soumettre de nouveaux résultats à l'Académie. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'état du silicium dans les fontes et les ferrosiliciums à faible teneur*. Note de M. **P. Lebeau**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les différents auteurs qui se sont occupés de rechercher sous quelle forme existe le silicium dans les fontes et dans les aciers n'ont pu jusqu'ici émettre une opinion décisive.

» M. Osmond (1), continuant les expériences calorimétriques de MM. Troost et Hautefeuille (2) sur des fers siliciés à teneur plus faible en silicium, conclut de ses déterminations que « le silicium peut se combiner au fer avec dégagement de chaleur, mais le composé formé est dissocié par un excès de fer et ne subsiste que lorsque la pression du silicium dans l'alliage est suffisante ».

» Dans son travail sur la résistance électrique des aciers, M. Le Chatelier (3) admet, par analogie avec ce qui se passe pour beaucoup d'autres alliages, que dans les aciers le silicium n'est pas isolé à l'état de siliciure, mais se trouve « à l'état de mélange » homogène, dissolution solide ou mélange isomorphe, comme l'est le carbone de » trempe ».

» D'autre part, MM. Carnot et Goutal (4) ne purent isoler aucun siliciure défini des fontes siliciées ordinaires. Ils s'expriment ainsi : « Nous sommes portés à croire que » le refroidissement produit la décomposition du siliciure SiFe ou bien que ce siliciure » constitue avec l'excès de fer une dissolution solide ou mélange homogène. »

» Enfin, M. Stead (5), étudiant par les procédés micrographiques l'influence du silicium à des teneurs voisines de 4 pour 100, admet que tout ce métalloïde est à l'état de solution solide dans le fer, qui garde sa forme habituelle très bien développée.

» De notre côté nous n'avons rencontré aucun composé de fer et de

(1) Osmond, *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 474; 1891.
(2) Troost et Hautefeuille, *Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 264.
(3) Le Chatelier, *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1709; 1898.
(4) Carnot et Goutal, *Annales des Mines*, t. XVII; 1900.
(5) Stead, *Journal of the Iron Institut*, 1898.

silicium dans les résidus des traitements des fontes siliceuses par les réactifs les plus variés. Toutefois, cette étude des fontes siliceuses et celle que nous avons faite des propriétés des siliciures de fer définis nous permettent d'affirmer que le silicium existe dans les fontes à l'état combiné sous la forme de siliciure $SiFe^2$.

» Il nous a été facile d'établir, que le silicium est entièrement combiné dans ces produits métallurgiques, par l'examen méthodique de leurs résidus d'attaque par l'acide azotique ou le chlorure double de cuivre et de potassium. Nous nous étions assurés préalablement que ces réactifs étaient absolument sans action sur le silicium amorphe, alors même qu'il est très divisé. En chauffant pendant douze heures un poids déterminé de silicium amorphe très léger, provenant de la lévigation d'un silicium amorphe préparé par le procédé de M. Vigouroux, avec ces solutions, nous avons toujours retrouvé intégralement le silicium employé. Or, dans aucun cas, les résidus de l'attaque des fontes par ces mêmes liquides ne renfermaient de silicium libre. Il ne peut donc y avoir de doute sur ce point.

» Il nous restait à déterminer la nature du composé défini de fer et de sicilium pouvant exister dans ces produits.

» Dans la série des expériences que nous avons faites, sur la préparation des siliciures de fer définis et notamment dans l'étude des combinaisons qui sont susceptibles de prendre naissance, lorsque l'on fait varier les facteurs du système : cuivre, fer, silicium, nous n'avons jamais obtenu de siliciure de fer renfermant une quantité de silicium inférieure à celle exigée par la formule $SiFe^2$. Les seuls composés que nous avons pu préparer sont les siliciures $Si^2Fe$, $SiFe$ et $SiFe^2$.

» Le siliciure de fer $Si^2Fe$ ne se formant qu'en présence d'un grand excès de silicium ne présente aucun intérêt dans ce cas. Quant au siliciure $SiFe$, l'examen de ses propriétés nous a montré qu'il était facilement dissociable et ne saurait exister dans un milieu pauvre en silicium. Cette facile dissociation a été établie dans un certain nombre d'expériences parmi lesquelles nous citerons la suivante :

» Un poids déterminé de ce composé $SiFe$ a été additionné d'une quantité d'argent suffisante pour le dissoudre complètement. On a fondu le mélange. Le culot obtenu a été ensuite traité par l'acide azotique. Le résidu insoluble renfermait, au lieu du siliciure $SiFe$ non magnétique, le siliciure $SiFe^2$ magnétique et du silicium libre. Ce dernier a pu être isolé par l'action de l'acide fluorhydrique. En opérant sur très peu de matière nous avons pu obtenir une décomposition presque totale suivant l'équation

$$2\,SiFe = SiFe^2 + Si.$$

» Poids d'argent employé, $16^{gr},8$; siliciure (SiFe), $0^{gr},208$; Si libre isolé par HF, $0^{gr},031$. Théorie pour $2\,SiFe = SiFe^2 + Si$ : Si libéré par $0^{gr},208$ SiFe, $0^{gr},034$.

» Le composé SiFe ne pourra donc pas exister en présence d'un excès de fer et ne peut en conséquence être un constituant des fontes siliceuses.

» Il n'en est plus de même pour le siliciure $SiFe^2$. Ce dernier ne se dissocie pas lorsqu'on le chauffe dans l'argent. Il se dissout dans ce métal en fusion; mais, après refroidissement et attaque du culot par l'acide azotique, on le retrouve en totalité. Il n'y a pas trace de fer dans la solution, ni de silicium libre.

» Les résultats ont été identiques à la température d'ébullition de l'argent au four électrique, et à la température de 1000°, déterminée à l'aide de la pince thermoélectrique.

» Ce composé doit donc exister dans les fontes, et il est facile d'expliquer pourquoi il ne se retrouve pas dans les résidus d'attaque par les réactifs habituels. En effet, le siliciure $SiFe^2$ en cristaux, préparé au four électrique, est à peu près inattaquable par l'acide azotique étendu ou concentré; mais, si on le porphyrise, il s'altère très lentement et, après dix à douze heures, on constate la présence de fer en solution, et la poussière cristalline examinée au microscope a perdu son éclat. Chaque petit fragment est entouré d'une gaine de silice opalescente. Si l'on tient compte de la grande solubilité de ce composé dans le fer, on voit qu'il peut donner avec facilité une solution solide dans laquelle son état d'extrême division le rend attaquable par les différents réactifs : cette propriété étant déjà manifeste pour un produit de synthèse très divisé. Ajoutons que la température de la formation et l'état allotropique du fer dans cette combinaison peuvent également jouer un rôle.

» Nous pouvons donc conclure que les fontes siliceuses renferment tout le silicium à l'état combiné sous la forme du siliciure $SiFe^2$. Ce composé étant très soluble dans un excès de fer donne facilement une masse homogène par refroidissement. Il ne pourra apparaître à l'état isolé, dans les produits siliciés, que lorsqu'il sera en proportion supérieure à celle que devra renfermer la solution saturée dans le fer, vers son point de solidification. Ces résultats sont d'ailleurs en parfait accord avec les expériences de M. Le Chatelier et les examens micrographiques de M. Stead. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un moyen pratique de préparer l'alcool butylique trichloré*. Note de M. **Marcel Guédras.**

« L'alcool butylique trichloré est préparé d'une façon rapide en opérant comme il suit :

» Dans un petit ballon, on place de la potasse caustique et, au moyen d'une ampoule à robinet, on fait tomber goutte à goutte un mélange de chloroforme et d'acétone, à volumes égaux. Pendant cette opération, on chauffe le ballon à 30°.

» Une fois le mélange introduit entièrement, on maintient la masse à cette température (50°) pendant une heure; puis on chauffe vers 60°, mais sans atteindre 70°, afin d'enlever par distillation l'excès d'acétone (point d'ébullition, 56°) et le chloroforme (point d'ébullition, 60°); il reste dans le ballon l'alcool trichlorobutylique et de la potasse, ainsi que des impuretés :

$$CHCC^3 + CH^3 - CO - CH^3 + KOH = CCC^3 - \underset{\displaystyle CH^3}{\overset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}} - OH + KOH.$$

» Le contenu du ballon est traité par un courant de vapeur d'eau qui entraîne l'alcool trichlorobutylique et qui, par refroidissement, l'abandonne sous forme de cristaux blancs.

» Cet alcool possède une odeur camphrée très caractéristique; il fond à 80°-81° C. et bout à 167°.

» Il est presque insoluble dans $H^2O$ froide; à chaud, soluble à raison de 2 pour 100; soluble dans l'éther, la benzine, l'acide acétique glacial, l'alcool fort, le chloroforme et l'acétone.

» Les alcalis étendus et les acides faibles sont sans action sur lui.

» L'alcool trichlorobutylique est un anesthésique local et possède aussi des propriétés antiseptiques. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la nutrition de la plantule aux dépens de ses cotylédons*. Note de M. **G. André.**

« La nutrition de la plantule aux dépens de ses cotylédons a fait, il y a déjà longtemps, l'objet d'un Travail très complet de la part de Sachs (¹).

(¹) *Sitzungsber. mathem. naturw. Klasse der kaiserl. Akad. d. Wissensch.*, t. XXXVII, p. 57; 1859.

J. Schrœder [1] s'est inspiré de ce Travail pour étudier, au point de vue chimique, les résultats de cette nutrition. La graine choisie était celle du Haricot d'Espagne, dont la germination a été effectuée dans l'eau pure seulement. Il m'a paru utile, pour compléter les recherches que je poursuis depuis quelque temps sur ce sujet, d'examiner ce qui se passe chez cette même graine lorsqu'on la fait germer dans un bon sol de culture.

» Je me suis contenté, dans les différentes prises d'essai, de séparer aussi exactement que possible les cotylédons de la plantule totale, comprenant : racines, tige, feuilles. Les graines ont été semées le 29 juin 1901; la première prise d'essai, effectuée le 10 juillet, correspondait à des plantules ayant en moyenne $8^{cm}$ à $10^{cm}$ de hauteur. On a mis fin à l'expérience au moment où la plantule seule avait à peu près atteint le poids de la graine initiale.

» Voici le Tableau des expériences :

| | Poids sec. | Cendres. | Silice. |
|---|---|---|---|
| | Cotyléd. Plantes. | Cotyléd. Plantes. | Cotyléd. Plantes. |
| 29 juin ; 100 graines | 135,40 | 5,06 | 0,021 |
| 1re prise, 8 juill. ; 100 unités | 86,36 + 26,55 = 112,91 | 4,188 + 3,432 = 7,620 | 0,613 + 1,109 = 1,722 |
| 2e » 10 » » | 55,24 + 49,32 = 104,56 | 3,027 + 6,455 = 9,482 | 0,336 + 2,017 = 2,352 |
| 3e » 12 » » | 34,35 + 78,55 = 112,90 | 2,122 + 11,845 = 13,967 | 0,247 + 3,495 = 3,742 |
| 4e » 14 » » | 29,80 + 86,07 = 115,87 | 2,410 + 13,512 = 15,922 | 0,652 + 3,313 = 3,965 |
| 5e » 16 » » | 29,16 + 125,38 = 154,54 | 2,014 + 20,888 = 22,902 | 0,242 + 5,391 = 5,633 |

| | Chaux. | Acide phosphorique. | Potasse. | Azote total. |
|---|---|---|---|---|
| | Cotyléd. Plantes. | Cotyléd. Plantes. | Cotyléd. Plantes. | Cotyl. Plantes. |
| | 0,311 | 1,706 | 2,477 | 4,61 |
| 1........ | 0,431 + 0,172 = 0,603 | 0,854 + 0,860 = 1,714 | 1,597 + 0,833 = 2,430 | 2,81 + 1,79 = 4,60 |
| 2........ | 0,480 + 0,567 = 1,047 | 0,497 + 1,203 = 1,700 | 0,999 + 1,691 = 2,690 | 1,82 + 3,08 = 4,90 |
| 3........ | 0,494 + 1,680 = 2,174 | 0,233 + 1,531 = 1,764 | 0,501 + 2,387 = 2,888 | 0,76 + 4,06 = 4,82 |
| 4........ | 0,563 + 2,323 = 2,886 | 0,187 + 1,704 = 1,891 | 0,399 + 3,520 = 3,919 | 0,62 + 4,82 = 5,44 |
| 5........ | 0,545 + 3,447 = 3,992 | 0,215 + 2,006 = 2,221 | 0,454 + 5,228 = 5,682 | 0,67 + 6,03 = 6,70 |

» I. Les cotylédons, conformément aux expériences de Schrœder, apparaissent comme les réservoirs de matière minérale de la jeune plante, mais avec quelques particularités nouvelles résultant de ce fait que la graine a germé dans le sol. La teneur en cendres de ces cotylédons va sans cesse en diminuant et, lorsque le poids de la

---

[1] *Untersuchungen über die Vertheilung des Stickstoffs und der Mineralbestandtheile bei Keimung der Schminkbohnen* (*Land. vers. Stat.*, t. X, p. 493; 1868).

plantule atteint presque celui de la graine initiale, à la cinquième prise d'échantillon, les cendres des cotylédons ne pèsent plus que les $\frac{2}{5}$ de celles de la graine, bien qu'il y ait eu absorption régulière, depuis le début de la germination, de silice et de chaux.

» On peut calculer, d'après les chiffres du Tableau qui précède, ce que la jeune plante gagne à chaque instant tant comme matière organique que comme matière minérale.

» Ne pouvant entrer ici dans les détails, je dirai très sommairement que si la plante emprunte, à la première prise d'échantillon, la presque totalité de sa matière organique aux cotylédons, dès la troisième prise cet emprunt est nul; le gain de matière organique réalisé par la plante dépassant la perte de substance des cotylédons. Étant donnée la présence de quatre feuilles bien vertes, la fonction chlorophyllienne doit s'exercer maintenant dans une large mesure. Ce terme peut être regardé comme la fin de la germination proprement dite, la plante ne prenant plus désormais à ses cotylédons qu'une faible quantité de matière minérale et une quantité plus faible encore, sinon douteuse, de matière organique.

» II. La silice et la chaux sont absorbées dès le début de la germination, ainsi que je l'ai signalé antérieurement (*Comptes rendus,* t. CXXIX, p. 1262; 1899). Or les cotylédons eux-mêmes tirent continuellement du sol ces deux substances fixes. Cette absorption, régulière dans le cas de la chaux, répond probablement à un simple phénomène d'osmose, en relation peut-être avec la transformation des hydrates de carbone facilement saccharifiables en cellulose. L'acide phosphorique et l'azote ne varient pas dans les trois premières prises d'échantillon. La quantité de ces deux éléments que perdent les cotylédons se retrouve chez les plantules. Celles-ci, au contraire, absorbent des quantités très notables de silice et de chaux. Au moment du minimum de la matière sèche (deuxième prise), la silice est à peu près cent fois plus forte dans la plantule et seize fois dans les cotylédons que dans la graine initiale. La chaux, à la même période, est, dans la plantule, environ deux fois et, dans les cotylédons, une fois et demie plus forte que dans la graine.

» III. Voici les remarques qu'on l'on peut faire sur les relations existant entre l'azote et l'acide phosphorique. La plante ne commence à emprunter de l'acide phosphorique au sol qu'au moment où elle lui emprunte en même temps de l'azote. Si l'on prend, chez les cotylédons, le rapport entre la teneur de l'azote et celle de l'acide phosphorique, aux différentes périodes, on trouve que ce rapport ne varie guère; azote et acide phosphorique quittent donc les cotylédons en mêmes proportions relatives. Il ne reste dans 100 cotylédons, à la cinquième prise, que le $\frac{1}{7}$ de l'azote et le $\frac{1}{8}$ de l'acide phosphorique qui existaient primitivement dans 100 graines sèches. Quant à la potasse, ainsi que je l'ai déjà démontré, elle est absorbée par la plante sitôt que la fonction chlorophyllienne commence à s'exercer d'une manière efficace, c'est-à-dire à la troisième prise d'échantillon que nous avons regardée comme représentant la fin de la germination. A la cinquième prise, les cotylédons ne renferment plus que le cinquième de la potasse initiale.

» Tels sont les faits qui traduisent la nutrition minérale de la plantule lorsque la graine se trouve dans les conditions normales de la germination. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Structure des ganglions lymphatiques de l'Oie.* Note de MM. L. Vialleton et G. Fleury, présentée par M. Bouchard.

« Les ganglions lymphatiques sont en petit nombre chez les Oiseaux. Ils sont placés sur les lymphatiques du cou, au voisinage de l'embouchure de ces vaisseaux dans les veines jugulaires. Chez l'Oie, ce sont de petits corps fusiformes, mous, de couleur rougeâtre, paraissant constituer de simples dilatations du tronc lymphatique sur lequel ils se trouvent.

» Si l'on pousse une injection dans les lymphatiques du cou, on la voit traverser le ganglion correspondant, le gonfler et, simultanément, passer dans le ou les efférents qui en partent. De là l'injection arrive rapidement dans la jugulaire qu'elle remplit. Lorsqu'on l'a faite avec un liquide fixateur, tel qu'un mélange picro-osmio-argentique, on obtient ensuite d'excellentes préparations. Concurremment avec cette méthode, nous avons employé les fixations par les liquides de Flemming ou de Zenker, et les injections intravasculaires de gélatine colorée.

» Sur les coupes, le ganglion se montre entouré d'une capsule fibreuse mince, infiltrée de leucocytes. Cette capsule n'envoie aucun prolongement dans l'intérieur de l'organe qui, par suite, n'est pas cloisonné. En dedans de la capsule on trouve : 1° des follicules lymphatiques; 2° des cordons de substance lymphoïde, anastomosés entre eux et s'étendant de toutes parts entre la capsule et les follicules sur lesquels ils s'insèrent. Follicules et cordons sont distribués sans ordre et se trouvent aussi bien à la périphérie, sous la capsule, qu'au centre même de l'organe.

» Entre les cordons existent des espaces communiquant tous entre eux : ce sont les voies de la lymphe. L'injection de gélatine colorée faite par les lymphatiques les remplit; l'injection de nitrate d'argent montre qu'ils sont limités par un endothélium continu qui revêt les cordons et les follicules. Ces voies lymphatiques sont plus développées à la périphérie, où elles forment des troncs longitudinaux, placés immédiatement sous la capsule et par lesquels une partie de la lymphe peut passer directement de l'afférent à l'efférent, ce qui explique la rapidité avec laquelle ce dernier se remplit, contrairement à ce que l'on observe dans les ganglions des Mammifères.

» Les préparations faites après injection de nitrate d'argent, et dans lesquelles ces sinus lymphatiques restent béants, ressemblent beaucoup, à un faible grossissement, à celles de la rate. Les follicules représentent les corpuscules de Malpighi, épars comme eux dans la coupe, et les cordons lymphoïdes rappellent les cordons pulpaires. Mais cette ressemblance est toute superficielle et purement architecturale, car les espaces compris entre les cordons sont de nature lymphatique, et non des veines comme dans la rate.

» Ces sinus intraganglionnaires correspondent aux voies lymphatiques des ganglions des Mammifères, mais, contrairement à ces dernières, ils ne sont jamais cloisonnés par du tissu réticulé ni par des lames connectives parties de la capsule; ils sont absolument libres et ne renferment que les éléments de la lymphe et du sang. Sur les

coupes faites après immersion du ganglion dans le liquide de Zenker et sans injection préalable, on trouve dans les sinus une certaine quantité de leucocytes de divers ordres (lymphocytes, gros mononucléaires, éosinophiles), et un grand nombre de globules rouges, mais ces éléments, n'étant pas maintenus en place par les mailles d'un réticulum, n'encombrent pas complètement les sinus que l'on voit toujours, sans qu'il soit besoin de traiter les préparations par le pinceau, comme c'est le cas pour les ganglions des Mammifères.

» Les follicules et les cordons présentent la structure des follicules et des cordons folliculaires des ganglions des Mammifères. Dans les cordons les plus minces, les lymphocytes étant relativement moins nombreux, le tissu de charpente se distingue mieux et, par suite, la coloration est un peu différente de celle des autres cordons. La distribution des vaisseaux sanguins n'offre rien de particulier. Les artérioles sont munies d'une petite gaine lymphatique propre, bien visible après l'injection des lymphatiques au bleu de Prusse.

» En somme, la structure de ces organes permet de les considérer comme des ganglions lymphatiques simples, dont les éléments constituants sont distribués d'une manière homogène (il n'y a pas de substance corticale ni de substance médullaire), et dont les voies lymphatiques présentent une simplicité très grande, puisqu'elles sont libres et non cloisonnées par un réticulum.

» La distribution de ces voies et de la substance lymphoïde rappelle assez bien celle qui a été représentée par R. Hertwig [1] dans la couche lymphoïde qui enveloppe le ventricule et le bulbe artériel de l'Esturgeon; mais il ne s'agit pas là d'un ganglion lymphatique vrai, et il vaut mieux chercher ailleurs un terme de comparaison. L'embryologie en fournit un bien plus exact : les ganglions lymphatiques de l'Oie ressemblent à un ganglion de Mammifère inachevé. Chievitz [2] a indiqué que, dans l'embryon humain, les ganglions sont formés de cordons ou de nodules séparés les uns des autres par des espaces lymphatiques non encore cloisonnés par du réticulum, lequel n'apparaît que plus tard, et Ranvier [3] a montré que le courant de la lymphe dans un ganglion embryonnaire suit d'abord des voies canaliculées. Les voies lymphatiques des ganglions de l'Oie gardent toujours cette disposition primitive. »

---

(1) R. Hertwig, *Die lymph. Drüsen auf der Oberfläche des Stöhrherzens.* (*Archiv. für mikr. Anat., Pl. VI, fig.* 3, t. IX, 1873.)

(2) Chievitz, *Zur Anat. einiger Lymphdrüsen.* (*Archiv für Anat. und Physiol. Anat. Abtheil*, p. 368; 1881.)

(3) Ranvier, *La théorie de la confluence des lymphatiques et le développement des ganglions lymphatiques.* (Notes extraites des *Comptes rendus.* Paris, 1892-1897, p. 53.)

PATHOLOGIE. — *Inoculation du cancer de l'homme au rat blanc.* Note de M. **Mayet**, présentée par M. Bouchard.

« Voici l'exposé des résultats que j'ai obtenus depuis que j'ai, le premier, réalisé la transmission du cancer de l'homme au rat blanc, ainsi que le constate une Note insérée dans les *Comptes rendus*, le 5 juin 1893.

» La matière cancéreuse introduite sous diverses formes et par diverses voies, y compris la voie veineuse, chez dix lapins et cinq chiens, n'a déterminé la production d'aucune lésion cancéreuse.

» Sur cinquante rats, deux ont eu des accidents mortels par introduction accidentelle de microbes septiques. Ils ne peuvent compter.

» Dans presque tous les cas les autopsies n'ont été faites qu'après un délai de six à dix-huit mois.

» Il est bon d'attendre très longtemps pour constater les résultats.

» Parmi les animaux, il n'en est que trois qui sont morts cachectiques. Tous les autres ont conservé l'apparence de la santé, les lésions même les plus étendues que j'ai obtenues laissant indemne une notable partie des organes essentiels.

» Dans un cas déjà communiqué en 1893, mais que je rappelle pour faire une statistique complète, la macération de cancer non filtrée injectée dans le tissu cellulaire à plusieurs reprises a déterminé la formation de plusieurs noyaux, relativement volumineux, épithéliomateux dans les reins. Leur nature a été constatée au microscope.

» Dans deux cas, après des injections semblables, l'autopsie a montré dans la substance corticale des reins des cavités anfractueuses, résultat probable de la destruction par nécrobiose de productions néoplasiques après un commencement de développement.

» Dans un cas, une lésion de même apparence a succédé à longue échéance à l'injection répétée de macération aqueuse prolongée de cancer filtrée au filtre de porcelaine.

» Dans trois cas, des lésions néoplasiques semblables à celle du premier animal, mais de volume excessivement petit, existaient dans les reins après injection de macération non filtrée.

» Chez 19 rats, la matière cancéreuse a été introduite dans le péritoine à la dose de $2^{gr}$ à $3^{gr}$.

» Chez plusieurs, après cinq mois elle avait disparu sans laisser de traces à l'autopsie.

» Chez d'autres, autopsiés plus tôt, elle était peu altérée, enserrée dans une enveloppe solide de fausses membranes. Chez ceux examinés plus tardivement, elle était transformée en amas de matière caséeuse et crétacée dans une enveloppe semblable.

» Deux sur ces dix-neuf ont présenté de très petits foyers néoplasiques du foie et du rein.

» Deux de la même série ont offert des lésions très importantes du foie.

» Chez l'un, la lésion occupait dans la longueur de $2^{cm}$ environ sur $2^{mm}$ à $8^{mm}$ de profondeur le bord de l'organe, sans la moindre connexion avec le noyau d'inoculation. Le tissu néoplasique blanc tranchait sur la couleur et la structure du foie. Assez consistant, il était composé de cellules de volumes divers, dont quelques-unes très grandes, à gros noyaux, ressemblant à celles de la tumeur du sein qui avait fourni la matière injectée.

» Le second présentait une lésion identique, mais un peu moins étendue. En outre, chez les deux, le foie était parsemé de foyers plus petits ressemblant à des taches de bougie.

» Un autre rat n'ayant reçu que le produit filtré, au filtre de porcelaine, de la macération à 37° d'un sarcome récidivé de la cuisse de l'homme, a présenté une lésion du foie macroscopiquement absolument semblable à celle des deux précédents, dont l'examen microscopique sera fait prochainement.

» Un des dix-neuf indiqués plus haut, outre deux noyaux d'enkystement du cancer injecté, présentait une vingtaine de tumeurs sous-séreuses du volume d'un demi petit pois sur le tube digestif, dont l'une sur la grande courbure de l'estomac, les autres sur la surface libre de l'intestin grêle.

» L'examen microscopique les a montrées composées de cellules à gros noyau. Elles s'étaient développées dans la tunique conjonctive.

» Quoique m'abstenant de développements théoriques, je dois indiquer que la non identité histologique entre le produit inoculé et le néoplasme produit n'impliquerait pas la négation de la reproduction du cancer, car j'admets comme démontré ce qui suit :

» *Le cancer n'est pas un tissu histologiquement défini, mais un mode de réaction des éléments anatomiques divers sous leurs formes diverses, provoquée par la cause encore inconnue qui le réalise.*

» En résumé, les cas certains de reproduction du cancer chez le rat blanc sont au nombre de cinq dans mes expériences.

» Dans sept cas, les lésions ont eu très probablement la même nature, quoique cela soit moins évident.

» Dans quarante-deux cas, le résultat a été négatif. Vingt animaux inoculés sont en observation actuellement. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De la polypnée thermique chez les animaux à sang froid.* Note de M. **J.-P. Langlois**, présentée par M. Bouchard.

« Sous le nom de *polypnée thermique* M. C. Richet a décrit une manifestation particulière de l'activité bulbaire, caractérisée par une fréquence excessive du rythme respiratoire, quand la température de l'animal atteint

un degré élevé. La polypnée thermique a surtout été étudiée chez le chien, animal de choix, puisque, n'ayant pas de glandes sudoripares, la lutte contre l'excès de chaleur ne peut se faire que par l'évaporation pulmonaire, mais la polypnée peut être provoquée chez les autres mammifères.

» Nous avons eu l'occasion, cet été, de constater chez des sauriens rapportés de Biskra : *Varanus arenarius* et *Uromastix acanthirinus,* tous les symtômes de la polypnée thermique, c'est-à-dire de l'existence chez les animaux à sang froid d'un appareil régulateur de la chaleur.

» En exposant ces animaux au grand soleil, dans des cages à parois de verre, on voit que la température rectale suit très exactement et sans retard appréciable la température du milieu ambiant, même quand celle-ci passe en une heure de 17° à 40°.

» Mais, vers 39° à 40°, un changement se produit brusquement chez les sujets en observation, la respiration qui s'était élevée graduellement de 10 à 60 environ par minute, passe brusquement à 150, 200 et même 350; la gueule est ouverte, la langue rouge, ruisselante, l'aspect est identique à celui d'un chien polypnéique. A partir de ce moment, la température rectale cesse de suivre régulièrement la température ambiante, l'écart peut atteindre près de 5°.

» Ces observations ont pu être poursuivies au laboratoire, en utilisant la chaleur fournie par des becs de gaz munis de réflecteurs. La polypnée éclate toujours quand la température atteint 39° environ, elle peut persister des heures, avec de courtes intermittences, sans causes déterminées; mais elle s'arrête immédiatement si l'on interpose un écran entre la source chauffante et la tête, pour repartir en moins d'une demi-seconde quand on enlève l'écran. L'arrêt n'a pas lieu si l'ombre de l'écran porte uniquement sur le corps, la tête restant exposée au rayonnement des becs de gaz.

» Cette action réflexe est donc localisée dans la région céphalique et doit être transmise par le trijumeau et non par le nerf optique, car une goutte d'eau déposée sur le crâne produit un effet plus durable encore que l'écran, sans que la vision ait à intervenir.

» Krehl et Sœtbeer (*Pflüger's Arch.*, t. LXXVII, p. 611) qui ont étudié récemment les variations du chimisme respiratoire chez l'*Uromastix*, ne signalent pas la polypnée, malgré une température de 41°. Ils affirment même qu'il n'y a pas de régulation thermique par évaporation d'eau : *Die Wasserdampfung ist gleich nul.* Leurs animaux étaient soumis à une source de chaleur diffuse, d'où l'absence de polypnée.

» Il est facile de démontrer la perte d'eau pendant la polypnée. En chauffant l'animal sous une cloche de verre, si la paroi voisine de la tête n'est pas trop chaude, on voit la vapeur d'eau se condenser; un papier bleu de chlorure de cobalt placé près de la gueule se teinte en rose; enfin l'animal perd un certain poids pendant la période polypnéique, alors que cette perte est pratiquement nulle en temps ordinaire, même par 38°. Le quotient respiratoire chez ces sauriens oscille autour de 0,70 (Regnard et Blanchard, *Biologie, 1881*), chiffre qui ne peut varier, étant donné qu'ils refusent toute nourriture et par suite présentent le quotient des sujets en autodigestion. Or avec un quotient de 0,70, on sait que le poids de $CO^2$ éliminé est exactement compensé par le poids de O absorbé, la perte de poids représente donc l'eau évaporée. Cette perte a été de $0^{mgr},800$ au maximum pour un *Uromastix* de $180^{gr}$ et de $3^{gr}$ pour un Varan de $257^{gr}$, calculée pour une polypnée d'une heure.

» L'indépendance causale de la polypnée et de la dyspnée a été bien démontrée par les expériences de M. Richet sur le chien qui permettent d'émettre cette loi : La polypnée ne peut s'établir que si l'hématose est satisfaite. La loi est applicable aux animaux à sang froid. En faisant passer un courant de $CO^2$ dans la cloche renfermant un Varan en pleine polypnée, on voit bientôt la respiration perdre son caractère polypnéique (la cloche continuant à être chauffée), puis la dyspnée asphyxique apparaît, un courant d'air pur fait de nouveau passer le rythme de 30 à 260 par minute.

» En résumé, les reptiles à peau imperméable présentent de la polypnée thermique quand leur température atteint 39° et que les rayons caloriques frappent directement la tête. Cette polypnée entraîne une certaine perte d'eau et intervient comme facteur de la régulation thermique; la polypnée ne peut s'établir que si l'hématose est parfaite. »

MÉDECINE. — *Effets salutaires de la pomme de terre, substituée au pain chez les diabétiques, à doses élevées, suffisantes pour maintenir l'équivalence de la ration alimentaire*. Note de M. A. **Mossé**, présentée par M. Bouchard.

« Les hydrates de carbone sont nécessaires à la nutrition des diabétiques mais, plus que les autres aliments, ils sont susceptibles d'accroître l'hyperglycémie, dès que faiblit le pouvoir glycolytique normal. Le problème diététique consiste donc à trouver sous quelle forme, en quelles proportions ces subtances pourront donner le meilleur rendement dans le diabète, sans provoquer une glycémie dommageable.

» D'après l'influence qu'ils exercent sur la courbe de la glycosurie, — réserves faites de l'*équation personnelle* de chaque malade, — les

hydrates de carbone peuvent être divisés en trois groupes : 1° nuisibles; 2° indifférents; 3° discutés.

» Parmi ces derniers, au premier rang doit être placée la pomme de terre. Malgré l'autorité des médecins qui ont voulu, à la suite des analyses de Mayet, Boussingault, lever partiellement l'interdit qui pèse sur elle (G. Sée, Dujardin-Beaumetz, Bouchard, Lépine, Lécorché, Lancereaux, A. Robin), la parmentière reste généralement exclue du régime des diabétiques en France et à l'étranger.

» Les recherches que nous avons entreprises depuis cinq ans sur ce sujet, au lit du malade et au laboratoire, ont eu pour effet de démontrer la proposition suivante : *Dans les diabètes, la pomme de terre est un aliment qui non seulement peut être permis mais utile, susceptible d'être avantageusement substitué au pain, dans des proportions suffisantes pour maintenir l'équivalence de la ration alimentaire*, c'est-à-dire, en poids, dans la proportion de 2 $\frac{1}{2}$ à 3 de pommes de terre pour 1 de pain.

» Cette substitution a été fort bien supportée dans presque tous les cas (19 fois sur 20) dont nous apportons les observations personnelles, ou communiquées par nos collègues et confrères qui ont bien voulu essayer cette méthode. Elle a été suivie d'une diminution rapide presque immédiate de la soif, de la glycosurie dans des proportions parfois très considérables et d'une amélioration des divers éléments du syndrome urologique coïncidant avec un mieux-être général.

» Ces modifications générales ont été constatées aussi bien dans les *diabètes arthritiques de forme légère, moyenne ou sérieuse, que dans les diabètes maigres à forme grave* (*D. pancréatique*) et dans un cas de *diabète nerveux* ou de forme indéterminée. *Le retour au régime du pain interrompait l'amélioration*. La contre-épreuve fournissait des résultats concordants. Particularité digne de remarque : quelquefois la glycosurie et les autres troubles étaient moins accentués qu'auparavant, quand, après une période de régime aux parmentières, le malade reprenait le régime ordinaire au pain. Il se passait là un phénomène analogue à celui signalé par Naounyn, Lépine, après une période de restriction alimentaire des hydrates de carbone.

» L'utilisation réelle de la fécule de pommes de terre par nos diabétiques a été démontrée d'abord par l'analyse quotidienne de l'excrétion urinaire dont un graphique permettait de suivre méthodiquement l'allure et les variations. Plus tard, avec le concours de notre élève M. Mailhe, préparateur à la Faculté des Sciences, nous avons pu établir, en suivant

une technique obligeamment indiquée par M. Desgrez, la réalité de ce phénomène par le dosage comparé des hydrates de carbone expulsés avec les résidus de la digestion au cours de l'un et de l'autre régime alimentaire.

» Tout laissait donc penser que la diminution de la glycosurie et l'amélioration de l'état général sont corrélatives d'une réelle diminution de l'hyperglycémie, diminution déterminée par la substitution de la pomme de terre au pain, à hautes doses. (Les doses quotidiennes ont varié de $500^{gr}$, $600^{gr}$ à $3^{kg}$, en moyenne $1^{kg}$ à $1^{kg},500$ par jour.)

» Nous avons été ainsi conduit à espérer que la substitution de pommes de terre au pain conserverait son efficacité salutaire dans les complications trophiques et les lésions chirurgicales du diabète. L'événement a justifié notre attente. (Observations de la Clinique chirurgicale de Toulouse, Cestan; de la Clinique ophtalmologique, Vieusse; de MM. les $D^{rs}$ Dieulafé, Sarda, chefs de clinique, et observations personnelles.)

» Quelle est la raison de ces faits inattendus, en contradiction avec tout ce que l'on admettait jusqu'à ce jour? Elle est fournie, à notre sens, par la composition chimique de la pomme de terre. Jusqu'ici l'on s'était exclusivement, ou à peu près, préoccupé des matières amylacées contenues dans les parmentières. On avait trop laissé de côté l'*eau* et les *sels*. Or l'*eau* est deux fois plus abondante dans ces tubercules que dans le pain; les sels y sont contenus à peu près en même proportion (1 pour 100 approximativement). Donc en ingérant une dose de pommes de terre trois fois supérieure au poids du pain ordinairement consommé le malade absorbe *six fois plus d'eau* et *trois fois autant de sels* tandis que la ration reste équivalente ou à peu près en matières albuminoïdes et amylacées.

» Ces sels sont surtout des sels de *potasse :* cet alcali étant contenu en bien plus grande quantité dans la Pomme de terre que dans le Blé et le pain. [$3^{gr},2$ de potasse par kilogramme de parmentières (Boussingault); $4^{gr},9$ d'après les dosages récents faits avec M. Mailhe sur les pommes de terre données aux malades de l'Hôtel-Dieu de Toulouse.]

» Une très grande partie de cet alcali est combinée à des acides organiques; les sels ainsi formés se transforment en carbonate de potasse dans l'organisme sous l'influence des combustions respiratoires. Les pommes de terre apportent donc à l'économie une quantité d'alcalins dont le médecin doit tenir compte, ainsi que Boussingault en avait eu l'intuition. Ces alcalins sont déjà vitalisés, par suite capables peut-être d'agir encore plus activement que les alcalins ordinaires comme excitants de la glycolyse. Quoi qu'il en soit de cette hypothèse, l'*alimentation aux parmentières*

peut être comparée, jusqu'à un certain point, à une *cure alcaline*, avec cette particularité qu'ici l'alcalin qui agira pour réveiller l'action glycolytique affaiblie, génétique du diabète (Bouchard, Lépine), est *la potasse;* c'est-à-dire un élément qui, dans les diathèses acides et les maladies par ralentissement de la nutrition, doit être préférée à la soude (Bouchard).

» Toutefois, le régime devra toujours être surveillé par le médecin et plus spécialement dans les cas de néphrite chronique (albuminurie). La potasse augmente dans ces cas la toxicité du sang résultant de la dépuration urinaire insuffisante.

» D'ailleurs, si la méthode se généralise, il faut s'attendre à quelques insuccès en dehors même des cas où l'on peut prévoir théoriquement qu'elle pourrait être désavantageuse, quand, dans le seul cas où elle est restée inefficace sur nos vingt observations, il s'agissait d'un diabète arthritique d'intensité moyenne contre lequel une cure toute récente à Vichy n'avait donné aucuns bons résultats. Le chiffre de la glycose avait même très notablement augmenté. Dans d'autres cas où la cure de pommes de terre a réussi, une cure à Vichy a donné des résultats favorables aussi. Cette coïncidence de succès et d'échec par la cure de parmentières et la cure de Vichy nous paraît mériter d'être relevée. On peut y voir un argument de plus en faveur de notre théorie génétique de l'amélioration provoquée dans le diabète par le régime Parmentier.

MORPHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Variations organiques chez la poule en fonction du régime alimentaire.* Note de M. **Frédéric Houssay**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Plusieurs auteurs se sont, à diverses reprises, occupés des effets que produit sur le gésier des oiseaux le changement d'alimentation. Ne pouvant discuter complètement les expériences ou les observations antérieures dans cette courte note, je me borne à rappeler les suivantes.

» En nourrissant avec des graines des oiseaux naturellement carnivores, on arrive à développer considérablement leur gésier, ainsi que l'affirment Hunter pour le goëland (*Larus tridactylus*) et Ménétrié pour l'effraie (*Strix grallaria*). Edmondstone a même prétendu que chez les goëlands des îles Shetland le gésier s'accroît et diminue périodiquement chaque année, suivant que ces oiseaux se nourrissent de poisson pendant l'hiver ou de graines de céréales pendant l'été.

» D'autre part, Semper, puis Holmgren ont réduit le gésier d'oiseaux granivores aux proportions de celui des carnivores. Mais Brandes a repris ces dernières expériences et comparé l'épaisseur des parois musculaires dans le gésier d'un carnivore et

dans celui d'un granivore. La différence demeure énorme, ce qui est exact, et l'auteur en conclut qu'il n'y pas eu de variation du tout, en quoi il a tort, car son expérience ne l'autorise nullement à le faire.

» Yves Delage, de son côté, a nourri pendant trois ans une poule avec de la viande crue et pense que la vérité est entre les deux assertions précédentes : à l'autopsie, le gésier est bien celui d'un granivore, mais son revêtement interne et sa musculature sont fort réduits.

» L'accord est donc loin d'être fait sur cette question. Nous avons jugé utile de la reprendre, en nous préoccupant surtout des points suivants : 1° apporter pour évaluer la variation une précision qui permette de la traduire en mesures numériques; 2° étendre l'étude, en dehors du gésier, à tous les organes qui seraient susceptibles de varier par le changement de régime, savoir : le tube digestif entier, le rein, les poumons, le cœur, le sang, la rate, etc.; 3° poursuivre l'expérience pendant plusieurs générations d'animaux, ce qui est du plus haut intérêt.

» On comprend d'après cela que les conclusions définitives ne pourront être produites qu'après plusieurs années de recherches; cependant, comme j'ai déjà conduit jusqu'à l'état adulte ma seconde génération expérimentale, je puis dès maintenant donner quelques faits d'une certaine portée et je vais dans cette première Communication examiner les diverses régions du tube digestif.

» Je me suis d'abord préoccupé de fixer à mon expérience une origine définie. Pour ne pas avoir à comparer les mesures organiques que j'ai prises avec celles d'une poule quelconque, animal plutôt omnivore que sûrement granivore, j'ai nourri exclusivement au grain pendant un an un coq et deux poules; et leurs organes ainsi déterminés me serviront de norme pour la poule granivore. Dans le même temps, je soumettais au régime exclusif de la viande crue trois animaux de la même provenance et du même âge que les précédents, en répartissant également dans les deux lots les sujets portant des caractères perceptibles d'une race déterminée. Voici quelques-uns des résultats obtenus.

» I. *Variations du jabot :*

| | Poules granivores. (Moyennes.) | Poules carnivores. (Moyennes.) |
|---|---|---|
| Longueur du jabot....... | $55^{mm}$ | $38^{mm},33$ |
| Largeur » ....... | $51^{mm}$ | $34^{mm},36$ |
| Jauge à l'eau............ | $268^{cc}$ | $76^{cc}$ |
| Jauge au mercure........ | $354^{cc}$ | $125^{cc},66$ |

» Ces nombres montrent donc une réduction énorme et indiscutable; je me borne à citer les moyennes parce que les écarts individuels sont insignifiants pour cet organe.

» II. *Variations du gésier.* — Il en est autrement du gésier et je reproduis toutes les données :

| | Poules granivores. | | | | Poules carnivores. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $I_0$. | $II_0$. | $III_0$. | Moyennes. | $I_1$. | $II_1$. | $III_1$. | Moyennes. |
| Poids du gésier........ | 54gr,45 | 37gr,3 | 59gr,3 | 50,38 | 21gr,85 | 21gr,15 | 43gr,9 | 28,96 |
| Longueur du grand axe. | 64mm | 60mm | 73mm | 65,66 | 49mm | 50mm | 61mm | 53,33 |
| » petit axe.. | 48mm | 50mm | 55mm | 51 | 44mm | 41mm | 48mm | 44,3 |
| Épaisseur au centre..... | 25mm | » | 38mm | 31,5 | 21mm | » | 19mm | 20mm |

» J'ai fait porter la comparaison sur les dimensions et le poids de l'organe, et cela nous renseigne beaucoup mieux sur son importance que l'épaisseur des parois musculaires, donnée qui n'a trait qu'à deux dimensions. D'ailleurs, ces parois ne paraissent guère changées sur une coupe, ainsi que l'avait reconnu Brandes.

» En comparant entre eux les nombres moyens, on constate encore une réduction considérable amenée par le régime carnivore. Examinons maintenant les éléments de ces moyennes. Parmi les poules granivores, il en est une, $II_0$, dont les données sont beaucoup plus faibles que celles des deux autres, elle contribue à *baisser* la première moyenne; d'autre part, du côté carnivore, la poule $III_1$ donne des nombres plus forts que ceux de ses voisines, elle tend à *relever* la seconde moyenne. Donc ces deux variétés individuelles ne risquent pas de nous avoir indûment poussé à la conclusion que nous avons tirée, puisqu'elles la contrarient.

» Ces différences individuelles paraissent au surplus des caractères de race. Les deux poules $II_0$ et $II_1$, sans être de race pure, avaient conservé des traits communs définissables, une petite houppe de plumes et cinq doigts aux pattes : elles sont, du reste, très comparables pour leurs organes et donnent les plus faibles chiffres de leurs séries respectives. D'autre part, les deux poules $III_0$ et $III_1$, toutes deux de race bâtarde, m'avaient semblé extérieurement assez semblables; en fait, leurs organes donnent les plus forts chiffres de leurs séries. Cette remarque sur la race n'est pas sans importance, et, si je n'y avais d'abord pris garde, les résultats auraient pu en être étrangement faussés.

» III. *Variation de longueur du tube digestif et des cœcums :*

| | Poules granivores. | | | | Poules carnivores. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $I_0$. | $II_0$. | $III_0$. | Moyennes. | $I_1$. | $II_1$. | $III_1$. | Moyennes. |
| Longueur du tube digestif au-dessous du jabot..... | 1780$^{mm}$ | 1700$^{mm}$ | 1980$^{mm}$ | 1820$^{mm}$ | 1560$^{mm}$ | 1370$^{mm}$ | 1600$^{mm}$ | 1510$^{mm}$ |
| Longueur d'un cœcum .... | 195 | 165 | 200 | 186,6 | 122 | 145 | 130 | 132,33 |

» La réduction de ces organes est également tout à fait incontestable. »

EMBRYOLOGIE. — *Sur les transformations de la vésicule germinative chez les Sauriens.* Note de M^lle^ Marie Loyez, présentée par M. Alfred Giard.

« Pendant la période de croissance de l'œuf ovarien des Reptiles, la vésicule germinative subit une série de transformations analogues à celles qui ont été observées par Rückert chez les Sélaciens, par Born, Carnoy et Lebrun chez les Amphibiens, par Cuningham chez les Téléostéens.

» Voici les principales modifications que j'ai pu observer chez quelques Sauriens.

» I. *Gecko* (*Platydactylus muralis*). — 1° Pendant la première période de son développement, l'oocyte possède une vésicule germinative où la chromatine est abondante et disposée en granulations le long des filaments d'un réseau de linine; il y a un nucléole principal, quelquefois deux, et plusieurs nucléoles accessoires. Avant la constitution de l'épithélium folliculaire, il peut y avoir émigration de nucléoles dans le cytoplasma, par une sorte de bourgeonnement de la vésicule.

» 2° La chromatine se dispose en chromosomes barbelés, analogues à ceux décrits pour la première fois chez les Sélaciens par Rückert (1), et composés d'articles très courts autour desquels rayonnent de gros filaments granuleux moins colorables. Les nucléoles principaux se remplissent de vacuoles et acquièrent de grandes dimensions.

» 3° Il y a fragmentation des chromosomes, car ils deviennent plus courts et plus nombreux, et ils se rapprochent du centre de la vésicule. Les gros nucléoles vacuolaires disparaissent, et les petits nucléoles commencent à se multiplier très activement.

» 4° Les chromosomes perdent leurs prolongements barbelés, et la substance chromatique se condense en un petit nombre de filaments au centre de la vésicule germinative. Les nucléoles continuent à se multiplier et occupent bientôt toute l'étendue de la vésicule.

(1) J. Ruckert, *Zur Entwickelungsgeschichte des Ovarialeies bei Selachiern* (*Anat. Anz. Iena*, t. VII; 1892).

» 5° Entre les chromosomes apparaissent de gros nucléoles de nouvelle formation, tandis que les petits disparaissent peu à peu.

» La vésicule germinative est alors située à la périphérie de l'ovule, et la formation du vitellus est à peu près terminée.

» II. *Lézard* (*Lacerta muralis, L. viridis*). — Des phases analogues peuvent être constatées dans le développement de la vésicule germinative du Lézard. Sans tenir compte des différences particulières à chaque espèce, on peut dire, d'une manière générale, que la chromatine y est beaucoup moins abondante que chez le Gecko, et que les chromosomes ont un aspect différent. Ils présentent des filaments plumeux plus fins, sont peu colorables, et se réunissent de bonne heure au centre de la vésicule, où ils se réduisent à tel point qu'il est souvent difficile de les distinguer au milieu d'un grand nombre de nucléoles. Ces derniers, au contraire, prennent un développement plus considérable, et présentent des variations au point de vue de la grandeur et de la coloration.

» III. *Orvet* (*Anguis fragilis*). — La vésicule germinative de l'Orvet est caractérisée par de gros cordons chromatiques fortement colorés, formés d'articles très rapprochés les uns des autres et munis de courts filaments plumeux. Un chromosome est souvent accolé à un nucléole, qu'il peut même entourer complètement, mais il ne semble pas qu'il y ait pénétration du chromosome dans le nucléole.

» Les chromosomes se réunissent également au milieu de la vésicule, où ils subissent une réduction considérable en perdant de leur colorabilité, tandis que les nucléoles se multiplient pour disparaître ensuite.

» En résumé, on voit que, dans la vésicule germinative des Sauriens, les chromosomes, malgré les modifications qu'ils présentent dans leur forme, leur nombre, leur colorabilité, *ne disparaissent jamais complètement*, et que les nucléoles prennent une grande importance. Leur développement, pendant les premiers stades, est en raison inverse de celui des chromosomes. Ce n'est pas cependant une raison suffisante pour admettre que ces deux éléments soient de nature identique, ni même qu'ils dérivent l'un de l'autre. Je n'ai jamais vu, en effet, de nucléoles se transformer directement en chromosomes, ou inversement, ainsi que Carnoy et Lebrun (¹) l'ont constaté chez les Batraciens. En outre, par l'emploi de certaines colorations combinées, les nucléoles ne se colorent pas de la même manière que la chromatine, ce qui indiquerait plutôt une différence de composition chimique. Toutefois, sans rien préjuger de leur nature, *on peut considérer les nucléoles comme des éléments essentiels de l'activité de la vésicule germinative pendant la période de formation du vitellus.* »

---

(¹) J.-B. Carnoy et H. Lebrun, *La vésicule germinative et les globules polaires chez les Batraciens* (*la Cellule*, t. XII, 1897; t. XIV, 1898; t. XVI, 1899).

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Propriétés des chaînes libéroligneuses des Filicinées. Élargissement et rétrécissement d'une chaîne. Addition d'un divergeant. Cas où le divergeant est fermé ou à l'état de pièce apolaire.* Note de MM. **C.-Eg. Bertrand** et **F. Cornaille.**

« 1. L'élargissement d'une chaîne libéroligneuse s'obtient d'abord par l'extension de ses faisceaux élémentaires, le nombre de ceux-ci restant constant. Quand l'élargissement est plus grand, les faisceaux se coupent, la chaîne devient discontinue, puis dialydivergeante, en conservant la même valeur.

» *Exemple.* — La demi-chaîne postérieure droite d'une trace foliaire d'*Alsophila australis*, quand on descend de la région médiane du pétiole principal dans sa région inférieure.

» 2. Dans d'autres circonstances, quand une chaîne s'élargit, ou bien elle prend brusquement de nouveaux groupes trachéens entre les groupes existants, ou bien elle divise ses groupes trachéens anciens. Ce sont là deux manières d'être d'un même fait soulignées au moyen d'unités différentes, au moyen de divergeants dans le premier cas, au moyen de faisceaux bipolaires dans le second.

» Dans le premier cas, apparition brusque d'un groupe trachéen nouveau $T_d^{\nu}$ entre deux groupes anciens $T_d^h$, $T_d^{(h+1)}$; il y a addition d'un divergeant $r_d^{\nu}$. La chaîne acquiert deux demi-faisceaux $\frac{1}{2}\,dF_d^{(\nu-1)}$, $\frac{1}{2}\,gF_d^{\nu}$. Le centre de figure $\gamma_d^h$ est remplacé par deux centres $\gamma_d^{h(\nu-1)}$, $\gamma_d^{\nu h}$. Le mode ordinaire de notation des traces foliaires, appliqué à cette partie élargie de la chaîne, y indique un faisceau de plus. Dans le second cas, lorsqu'une file trachéenne $T_d^h$ se divise en deux $T_d^{(h-1)\nu}$, $T_d^{\nu h}$, la chaîne prend un faisceau bipolaire de plus $F_d^{\nu}$ qui s'appuie, à gauche, sur le pôle $\Delta_{dd}^{(h-1)}$, à droite sur le pôle $\Delta_{dg}^h$. La chaîne a un nouveau centre de figure $\gamma_d^{\nu}$. Le mode de notation adopté pour les traces foliaires indique un divergeant de plus dans la partie élargie.

» *Exemples.* — *a.* Élargissement d'une trace foliaire d'*Osmunda regalis* entre le stipe et l'insertion des premiers pétioles secondaires; *b.* Émission de la chaîne supérieure B d'une trace de pétiole secondaire chez *Hemitelia Smithii* et *Cyathea medullaris.*

» 3. Une chaîne peut s'élargir par addition de divergeants étrangers et par addition d'autres chaînes. Nous nous limiterons ici à l'addition d'un divergeant. Cette addition s'opère dans la chaîne, ou bien à l'une de ses extrémités si la chaîne est ouverte.

» Pour recevoir un divergeant ouvert $r_d^\nu$ en un point de son trajet, la chaîne

$$— r_d^{(h-\alpha)} — \ldots — r_d^{(h+\beta)}$$

coupe un de ses faisceaux $F_d^h$, dans la région de son centre de figure $\gamma_d^h$. Le divergeant à recueillir s'intercale dans l'incision, il pose les extrémités libres de ses ailes

$$\tfrac{1}{2} d F_d^{(\nu-1)}, \quad \tfrac{1}{2} g F_d^\nu,$$

respectivement sur les extrémités libres des divergeants qui bordent l'incision, $\frac{1}{2} g F_d^h$ à gauche, $\frac{1}{2} d F_d^h$ à droite. Ce résultat reproduit identiquement la suite donnée par l'apparition brusque d'un nouveau groupe trachéen sur le trajet d'une chaîne. Il y a de même addition de demi-faisceaux, et remplacement de $\gamma_d^h$ par deux centres de figure.

» *Exemple.* — La rentrée du divergeant médian d'un pétiole secondaire de *Leptopteris Fraseri* sur la marge du pétiole primaire.

» Quand le divergeant $r_d^\nu$ s'ajoute à l'extrémité droite d'une chaîne

$$| — r_d^{(h-\alpha)} — \ldots — r_d^h — |,$$

il présente l'extrémité libre de son aile gauche $\frac{1}{2} d F_d^{(\nu-1)}$ à l'extrémité libre du demi-faisceau de bordure droit de la chaîne $\frac{1}{2} g F_d^h = \frac{1}{2} g F_d^{bd}$. Ces deux extrémités s'unissent, la chaîne a acquis un nouveau divergeant. Le demi-faisceau de bordure ancien $\frac{1}{2} g F_d^h$ s'est complété par une aile de divergeant $\frac{1}{2} d F_d^{(\nu-1)}$, et il est remplacé par un nouveau demi-faisceau de bordure $\frac{1}{2} g F_d^\nu$. Le mode ordinaire de notation des traces indique un faisceau de plus dans la chaîne élargie.

» *Exemple.* — La réception d'une nervure secondaire par la nervure principale dans une fronde d'*Asplenium nidus avis*.

» 4. Si le divergeant à recueillir sur le trajet de la chaîne est fermé $r_d^\nu \odot$, le divergeant s'approche de la chaîne réceptrice et la touche par un point de son liber externe. Il amène ensuite son bois au contact du bois du faisceau $F_d^h$. *Le point de contact des deux bois est désormais un centre de figure pour le faisceau et pour le divergeant.* Il est à la fois $\gamma_d^h$, $\gamma_d^{(\nu-1)}$, $\gamma_d^\nu$. Après ce contact, une incision coupe en $\gamma_d^h$ le bois du faisceau et celui du divergeant qui se trouve ainsi ouvert.

» Au delà, tout se passe comme si le divergeant avait toujours été ouvert.

» *Exemple.* — La réception du divergeant médian postérieur de la base d'un pétiole secondaire de *Lithobrochia vespertiliorsis* sur le pli direct droit de la trace foliaire du pétiole principal.

» Lorsque le divergeant fermé $r_d^\nu \odot$ s'ajoute à l'extrémité droite d'une chaîne ouverte, le divergeant $r_d^\nu \odot$ pose un point de la face externe de son bois sur un point du bois de l'aile libre $\frac{1}{2} g F_d^h$. *Le point de contact est dès lors un centre de figure triple, comme ci-dessus.* Une incision sur ce centre de figure ouvre le bois du divergeant *et même celui du faisceau s'il est nécessaire*. La chaîne a acquis un nouveau divergeant ouvert.

» *Exemple.* — La réception de la base d'une nervure secondaire sur la marge de la trace foliaire du pétiole de *Strathi opteris germanica*.

» Le divergeant $r_d^v$ ⊙ peut rester fermé. La notation de la chaîne γ signale une petite boucle fermée par la mise en contact de deux centres de figure successifs $\gamma_d^{h(v-1)}$, $\gamma_d^{vh}$. Ces divergeants toujours fermés s'abaissent facilement à l'état de pièces apolaires (¹).

» 5. La réception d'une pièce apolaire $A_d^v$ ○ sur le faisceau $F_d^h$ d'une chaîne se fait comme celle du divergeant fermé jusqu'au contact des bois. Après ce contact, le bois de la pièce apolaire se fond dans le métaxylème du faisceau $F_d^h$. *L'addition d'une apolaire renforce un faisceau, mais elle n'apporte dans la chaîne ni nouveau groupe trachéen, ni nouveau centre de figure.* Il semble donc qu'on pourrait négliger ces apolaires. L'analyse des stipes montre, au contraire, que toutes les apolaires reçues doivent être spécifiées, car chacune d'elles contient en puissance une file trachéenne, réceptrice d'insertions de racines qu'elle peut montrer localement.

» En s'ajoutant en un point de l'aile libre droite d'une chaîne ouverte, le bois de la pièce apolaire figure un épaississement local du métaxylème de cette aile.

» *Exemple.* — Insertion de l'aile droite de la trace foliaire (N + II) sur la pièce anastomotique placée à sa droite, dans la base du $n^{ième}$ segment d'un stipe de *Polystichum* (*Filix Mas*).

» Le groupe (N + II) est une chaîne dialydivergeante. L'anastomose A*n* est à l'état de pièce apolaire.

» 6. Il est facile de tracer et de lire les images symétriques de celles que nous venons de décrire par rapport au rayon vecteur $cr_d^h$ et par rapport à la ligne *cs* : *c* étant le centre de figure du stipe, $r_d$ un divergeant déterminé d'une trace foliaire, *s* le point où la surface de symétrie de la fronde coupe sa trace foliaire.

» 7. Le rétrécissement d'une chaîne présente tous les faits vus en étudiant son élargissement, mais en ordre inverse.

» L'inverse de l'addition d'un faisceau $F_d^v$, qui va en s'étalant, est un faisceau qui se rétrécit par rapprochement de ses pôles, c'est-à-dire que la chaîne présente là deux divergeants ayant une aile qui devient de plus en plus petite jusqu'à annulation complète. »

---

(¹) Ordinairement, le divergeant $r_d^v$ qui s'ajoute à une chaîne réceptrice tend à prendre l'orientation de celle-ci. Cette condition n'est pas indispensable. Si le divergeant $r_d^v$ est saisi en orientation inverse, la chaîne présente deux ou un seul faisceau infléchi, selon que le divergeant a été ajouté dans la chaîne ou à son extrémité.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Contribution à l'étude d'une maladie nouvelle de la Pomme de terre produite par le* Bacillus solanincola nov. sp. Note de M. G. **Delacroix**, présentée par M. Prillieux.

« Dans une précédente communication (¹) j'ai fait connaître les principaux caractères d'une maladie bactérienne de la Pomme de terre, qui produit depuis deux ans des dégâts sérieux. Je complète aujourd'hui les renseignements préliminaires que j'ai fournis antérieurement.

» La bactérie pathogène ne semble pas décrite et je n'ai pu l'assimiler à aucune espèce connue, parasite ou saprophyte dans le sol. Je propose de l'appeler *Bacillus solanincola* G. Delacroix. Elle végète bien dans les milieux ordinaires de culture et ne les colore pas, sinon très tardivement, et à peine; sous son influence, le bouillon devient visqueux. Un voile blanc, mince mais bientôt filamenteux et compact, se forme à la surface; la bactérie est donc aérobie. Les bactéries dont la végétation a cessé se précipitent au fond en un dépôt blanchâtre. Sur les milieux solides, gélatine ou gélose, les colonies sont hémisphériques, assez petites, d'un blanc très faiblement grisâtre, opaques, brillantes, pouvant confluer avec un ensemencement copieux. La gélatine est liquéfiée, mais tardivement et seulement en surface. Les éléments sont isolés, très rarement en diplobacilles, sans production de zooglées; ils sont cylindriques, droits, et leurs dimensions moyennes atteignent une longueur de $1^{\mu},5$ à $1^{\mu},75$ sur $0^{\mu},25$ de largeur. Ils se colorent bien avec les procédés ordinaires, par la fuchsine, le bleu de méthylène, la thionine phéniqués. La méthode de Gram les décolore. Une grosse goutte de la solution d'aldéhyde formique au $\frac{1}{20}$ tue la culture en une heure, si on l'applique sur le bouchon d'ouate du tube.

» L'infection a été tentée à l'aide de cultures de première génération prélevées sur tiges malades. L'examen microscopique et des reports sur gélose avaient démontré la pureté des cultures.

» Cette infection a été pratiquée par piqûre avec une aiguille flambée sur des tiges très jeunes de trois ou quatre centimètres, ou par arrosage du sol avec une culture sur bouillon diluée dans l'eau stérile. Dans ce dernier cas, un des tubercules en expérience avait été sectionné et reconnu sain; il en fut pratiqué de même pour tous les autres, y compris le témoin. Avant sectionnement et plantation, les tubercules avaient été stérilisés par une solution de formol pur à $\frac{1}{300}$. Le sol, stérilisé avant plantation à l'autoclave pendant deux heures, fut régulièrement arrosé pendant la végétation avec une solution nutritive également stérilisée (nitrate de potasse, $4^{gr}$; phosphate de potasse, $4^{gr},50$; eau, $10000^{gr}$). Les infections par piqûre ont réussi trois fois sur trois; celles par arrosage, une fois sur deux. L'insuccès a été observé sur le tubercule non

(¹) *Comptes rendus*, 26 avril 1901.

sectionné. Le témoin est resté indemne. *Les tiges infectées ont reproduit en culture le* Bacillus solanincola.

» L'infection est donc probante, et le *Bacillus solanincola* est la cause de la maladie.

» Parmi les champignons qui apparaissent tardivement sur les tiges, un seul est parasite, le *Rhizoctonia Solani* Kühn, et peut sans doute permettre parfois la pénétration de la bactérie; mais sa présence est inconstante. Les autres mycéliums observés sont saprophytes; ils n'ont donné aucune infection.

» Dans les infections que j'ai faites, je n'ai trouvé que deux fois dans les vaisseaux, sur les cinq cas, la présence de thylles et de gomme qui sont la caractéristique de l'infection dans les pieds de Pomme de terre malades, en grande culture. J'attribue ce fait à la mauvaise végétation des plantes en expérience qui les a empêchées de réagir contre l'infection.

» En pleine terre, dans le jardin de la station de Pathologie végétale, sur un sol où les Pommes de terre avaient été attaquées l'année précédente, la maladie est apparue sur la majorité des pieds provenant de tubercules plantés et reconnus sains. Les tubercules infectés de l'année précédente n'ont donné que des pieds malades dont la majeure partie ont péri en juillet sans donner de tubercules.

» La Tomate s'infecte également et présente les mêmes lésions que la pomme de terre; mais elle résiste mieux.

» Il ne paraît pas y avoir de variétés réfractaires parmi les Pommes de terre; et, à part quelques exceptions dues à des influences locales de climat, ce sont les variétés précoces et à végétation rapide qui souffrent le plus.

» Depuis trois ans que la maladie sévit gravement, elle coïncide avec des conditions météorologiques spéciales : printemps tardif, froid et humide, puis été chaud et sec lui succédant presque sans transition. Dans de telles conditions, les espèces hâtives, adaptées à une évolution rapide, sont retardées dans leur développement; l'épaississement de la cuticule, l'incrustation des vaisseaux se font plus lentement. En même temps que, sous l'influence de conditions désavantageuses, la plante végète mal, la bactérie, grâce à l'humidité du sol, foisonne rapidement et, s'il survient une plaie, la pénétration a toutes chances de s'effectuer. Les mêmes conditions extérieures agissent sur les tubercules plantés malades, avec plus d'intensité encore, car la bactérie existe déjà dans la plante.

» On peut donc dire que la maladie se transmet par le sol; que la grande extension qu'elle a prise est due à des conditions météorologiques défavorables et à la plantation de tubercules préalablement infectés.

» Beaucoup de cas de « brunissure » des tubercules, attribués par Debray et Roze au très discutable *Pseudocommis Vitis,* doivent être rangés dans la maladie actuelle. J'ai trouvé, dans de telles circonstances, le *Bacillus solanincola* extrait en culture pure des tubercules, et à plusieurs reprises. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence des sels minéraux nutritifs sur la production des nodosités chez le Pois.* Note de M. **Em. Marchal.**

« On a remarqué, depuis longtemps, que la plupart des Légumineuses ne produisent leurs nodosités radicales que dans les sols pauvres en combinaisons azotées et notamment en nitrates. On peut se demander à quelle concentration minima s'exerce cette action antisymbiotique, comme on pourrait l'appeler, des nitrates, et, d'autre part, si cette dernière est véritablement spécifique.

» Les expériences que j'ai instituées dans le but de résoudre cette question ont été conduites de la façon suivante :

» Des graines de Pois de la variété Gonthier, après avoir trempé vingt-quatre heures dans de l'eau de source stérilisée, étaient mises à germer sur des étamines tendues à la surface de cristallisoirs contenant le même liquide. Après huit à dix jours, à la température de 20° environ, les jeunes Pois étaient repiqués dans des flacons de végétation de $500^{cc}$ de capacité, à goulot étroit, au niveau duquel le collet des plantules était fixé à l'aide d'ouate. Le liquide nutritif employé était la solution minérale bien connue de Sachs, dépourvue toutefois d'azote. A ce liquide normal étaient ajoutées, en proportion bien exactement dosée, les différentes substances salines dont on voulait étudier l'action.

» Les essais ont été faits par séries comportant plus de cent numéros à la fois, afin de rendre parfaitement égales les conditions de végétation.

» L'étude de chaque dose de sel considéré a comporté au moins trois cultures, dont les résultats se sont montrés identiques, à de très rares exceptions près.

» Le *Rhizobium* a été inoculé sur les plantes âgées de quinze jours, en ajoutant, à chaque culture, $1^{cc}$ du produit du broyage, dans l'eau, de quelques jeunes nodosités.

» Des cultures témoins, en liquide normal, inoculées et non inoculées, accompagnaient chaque série.

» Par ce procédé, on a essayé l'action des substances suivantes, aux doses ci-après désignées :

| | |
|---|---|
| Nitrate de potassium .......... | $1^{gr}$, $0^{gr},5$, $0^{gr},1$, $0^{gr},5$ par litre |
| Nitrate de sodium............. | » |
| Nitrate de calcium............ | » |
| Nitrate d'ammonium .......... | » |
| Sulfate d'ammonium .......... | » |
| Chlorure de potassium ........ | $5^{gr}$, $3^{gr}$, $1^{gr},5$, $1^{gr}$, $0^{gr},5$ par litre |
| Sulfate de potassium .......... | » |
| Phosphate acide de potassium.. | » |
| Chlorure de sodium........... | » |
| Carbonate de sodium.......... | » |
| Sulfate de sodium............. | » |
| Phosphate neutre de sodium ... | » |
| Chlorure de calcium .......... | » |
| Sulfate de calcium ............ | » |
| Sulfate de magnésium ......... | » |

» Les résultats de ces diverses cultures ont permis de formuler les conclusions suivantes :

» Les nitrates alcalins, à la dose de $\frac{1}{10000}$, empêchent, en culture aqueuse, la formation des nodosités chez le Pois. Les sels ammoniacaux exercent une action analogue à la dose de $\frac{1}{2000}$.

» Les sels de potassium empêchent l'établissement, en symbiose, du *Rhizobium*, à la dose de $\frac{1}{200}$; les sels de sodium à celle de $\frac{1}{300}$.

» En revanche, les sels de calcium et de magnésie favorisent très nettement la production des tubercules radiculaires du Pois.

» L'influence de l'acide phosphorique, bien que très variable suivant la base à laquelle il est uni, semble plutôt être stimulante.

» Comme on le voit, la propriété que présentent les nitrates de contrarier la production des nodosités, leur action antisymbiotique, comme on pourrait l'appeler, n'est nullement spécifique et s'étend à tous les sels nutritifs solubles du sol, dont le pouvoir osmotique incommode sans doute le *Rhizobium* et entrave son évolution. »

MINÉRALOGIE. — *Conclusions à tirer de l'étude de la série des enclaves homœogènes d'une roche volcanique. La série des enclaves homœogènes des andésites à haüyne du Mont-Dore.* Note de M. A. **Lacroix**, présentée par M. Michel Lévy.

« Dans plusieurs Mémoires antérieurs, j'ai décrit les enclaves homœogènes de la plupart des groupes de roches volcaniques. Je me propose,

dans cette Note, d'appeler l'attention sur l'importance des déductions théoriques que l'on peut tirer de la connaissance complète des enclaves homœogènes d'une même roche volcanique.

» Les enclaves homœogènes d'une roche volcanique quelle qu'elle soit, lorsqu'elles sont suffisamment variées, ce qui n'est pas toujours le cas, forment une série dont les termes extrêmes oscillent entre un type ayant sensiblement la même composition que la roche volcanique elle-même et un autre, ultra-basique, dépourvu d'éléments blancs silicatés et constitué par des minéraux ferrugineux (magnétite, ilménite) et ferromagnésiens (pyroxène et hornblende), avec généralement de l'apatite, etc. Les termes intermédiaires de la série consistent en types de basicité variée, dans lesquels les proportions relatives des éléments blancs et des éléments colorés varient en raison inverse. L'ensemble de ces enclaves à structure grenue possède un air de famille commun avec la roche volcanique à structure microlitique.

» Ces diverses enclaves homœogènes ne sont généralement pas de simples accidents minéralogiques isolés; elles sont identiques ou comparables le plus souvent à des types de roches grenues constituant ailleurs des individualités distinctes [1]. Classées par ordre de basicité croissante, elles correspondent, avec ou sans lacunes, aux roches diverses considérées par les pétrographes comme pouvant prendre naissance aux dépens d'un même magma profond et comme formant, par leur réunion, une famille géologique.

» Il en résulte cette conséquence importante que la série des enclaves homœogènes d'une roche volcanique peut souvent, à elle seule, nous fournir une vue d'ensemble sur la famille à laquelle appartient celle-ci ou, en d'autres termes, sur la parenté des roches qui appartiennent à la même province pétrographique.

» Comme exemple, j'appliquerai ces considérations à l'étude de l'un des groupes les plus remarquables des roches volcaniques de l'Auvergne, les *andésites à haüyne*. Par

---

[1] La connaissance d'un type pétrographique comme enclave homœogène précède parfois sa découverte sous forme de roche indépendante; tel est le cas de la forme holocristalline grenue des leucitites que j'ai trouvée en enclaves dans les leucitites du Latium, plusieurs années avant que MM. Weed et Pirsson aient découvert dans le Montana la *missourite*. Les teschénites à sodalite, orthose et olivine de la Somma, que je regarde comme la forme grenue des leucotéphrites, et plusieurs des types décrits plus loin ne sont encore connus qu'à l'état d'enclaves homœogènes.

ses caractères minéralogiques, leur type moyen est intermédiaire entre les andésites et les téphrites, mais elles présentent des types leucocratiques, riches en orthose, s'inclinant vers les phonolites, et d'autres, à facies basaltique, riches en olivine et voisins des basaltes. J'ai rencontré dans ces roches d'abondantes enclaves homœogènes; on peut affirmer que celles-ci appartiennent bien au même magma que les andésites enclavantes. Elles renferment, en effet, les mêmes minéraux caractéristiques (haüyne, hornblende brune un peu sodique, augite d'un vert brunâtre), elles sont holocristallines grenues, mais elles passent à des roches semi-cristallines de même composition, conduisant elles-mêmes à des ségrégations de phénocristaux de l'andésite. Ces enclaves sont à grands éléments, parfois un peu rubanées, avec lits presque pegmatoïdes.

» Leur type le plus acide provient de l'andésite leucocratique du voisinage du Roc Blanc. C'est une roche blanche, dans laquelle quelques cristaux de biotite, de hornblende et d'augite sont disséminés au milieu de plagioclases (andésine comme type moyen) et de noséane moulés par de grandes plages d'orthose. Cette *microtinite* possède la structure d'une monzonite qui n'aurait pas de quartz et serait riche en noséane.

» Les types moyens et basiques des andésites à haüyne (Mareuges, Puy d'Allou, col du Train, près Laqueuille) renferment des enclaves plus variées qui sont de véritables *gabbros à hornblende et haüyne*. Les plagioclases très zonés oscillent entre le labrador et la bytownite; la haüyne, d'un bleu généralement intense, est parfois presque incolore (col du Train). La biotite, le sphène et l'olivine ne sont pas constants.

» Aucun des éléments n'est automorphe : en moyenne, la cristallisation semble avoir été contemporaine pour tous les minéraux; cependant on voit avec une certaine fréquence les silicates ferromagnésiens mouler les feldspaths grenus, alors qu'ils sont eux-mêmes entourés par la haüyne qu'enveloppe la magnétite.

» Il existe, suivant les échantillons, de grandes variations dans les proportions relatives des minéraux ferrugineux d'une part, des feldspaths et de la haüyne d'une autre. Ces deux groupes de minéraux sont à peu près à égalité dans les enclaves du col du Train et dans quelques-unes de celles de Mareuges, mais parfois les éléments ferrugineux augmentent progressivement pour arriver à constituer entièrement des *hornblendites* et des *pyroxénolites*, riches en apatites. Les teneurs relatives en plagioclases et en haüyne ne sont pas moins variables, ce dernier minéral pouvant constituer depuis 50 pour 100 jusqu'à presque 0.

» En résumé, on voit que les enclaves homœogènes des andésites à haüyne forment une série pétrographique remarquablement continue, comprenant les roches grenues suivantes : *microtinites* [1] *à noséane* (type inconnu comme roche de profondeur), *gabbro amphibolique pauvre en*

---

[1] Le terme le plus acide de cette série est à découvrir au Mont-Dore; ce sera une *sanidinite à haüyne-noséane* qui doit être recherchée dans les trachytes phonolitiques de la Roche-Tuilière et de la Sanadoire, voisins du gisement qui m'a fourni la microtinite décrite plus haut.

*haüyne* (comparable à l'*essexite*), *gabbro amphibolique très riche en haüyne* (type inconnu comme roche de profondeur, mais comparable à une *teschénite* (théralite), dans laquelle la néphéline serait remplacée par de la haüyne), enfin *hornblendite* et *pyroxénolite*.

» Cette série présente une analogie frappante avec les roches grenues basiques formant le cortège habituel des syénites néphéliniques; elle montre, par suite, combien est justifié le rapprochement fait depuis longtemps par M. Michel-Lévy entre les andésites à haüyne et les téphrites. Cependant cette persistance du caractère haüynique dans toutes ces roches, grenues ou microlitiques, à l'exclusion de la néphéline, ne permet pas leur réunion complète aux téphrites et légitime leur maintien comme famille pétrographique voisine et alliée de celles-ci. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Les gaz du sang à différentes altitudes, pendant une ascension en ballon.* Note de MM. **J. Tissot** et **Hallion**, présentée par M. A. Chauveau.

« Pendant l'ascension en ballon du 21 novembre, faite avec M. le comte Castillon de Saint-Victor (voir *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 949), nous avons fait une expérience sur les gaz du sang. Nous avions emmené avec nous un chien de 48 kilos. Quatre échantillons de sang artériel ont été pris dans la carotide de ce chien, l'un sur le sol avant le départ, deux pendant l'ascension à $1750^m$ et $3500^m$, et le quatrième pendant la descente à une hauteur de $800^m$ ou $1000^m$. La descente ayant été très rapide, il nous est impossible de préciser l'altitude au moment de la dernière prise, mais nous sommes certains d'avoir effectué cette prise, à $100^m$ près, entre $800^m$ et $1000^m$.

» Le sang était recueilli dans des seringues contenant une solution saturée de sulfate de soude. Le seul desideratum auquel il nous a été impossible de satisfaire a été le transport rapide de ce sang au laboratoire pour l'extraction des gaz. Bien que nous ayons été favorisés par les circonstances, puisque, partis vers midi, nous étions rentrés au laboratoire peu après minuit, nos échantillons de sang étaient devenus noirs, indice de la persistance *in vitro* des phénomènes de combustion dont le sang est le siège.

» Ce fait rendait absolument nécessaire une expérience de contrôle, consistant à mélanger du sang artériel de chien à une solution de sulfate

de soude (la même qui avait servi pour la cueillette du sang pendant l'ascension), et à abandonner ce sang à lui-même pendant un temps égal à celui qui s'était écoulé pendant la prise de sang et l'extraction des gaz dans l'expérience en ballon. Cette expérience nous a appris qu'il était nécessaire de réduire le volume total d'acide carbonique de 6,6 pour 100 et d'augmenter le volume d'oxygène de 19 pour 100.

» Voici les résultats obtenus : les volumes d'oxygène et d'acide carbonique obtenus sont indiqués, d'une part après correction, et d'autre part sans correction, tels que l'analyse les a donnés :

| Temps. | Altitude. | Volume total des gaz. | Volumes partiels après correction. $CO^2$. | $O^2$. | Volumes partiels sans correction. $CO^2$. | $O^2$. | Az. | Température. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11h.40m ...... | Sur le sol au départ | 67,60 | 48,49 | 15,50 | 51,87 | 12,50 | 3,250 | +9 |
| 12.32 ....... | 1750 | 72,45 | 51,13 | 18,41 | 54,70 | 14,91 | 2,835 | +2 |
| 24.25 ....... | 3500 | 81,40 | 60,38 | 19,97 | 64,60 | 16,17 | 0,525 | —2 |
| 2.45 à 2.55. | entre 800 et 1000 | 79,60 | 60,00 | 15,70 | 64,20 | 12,70 | 2,730 | +5 |

Atterrissage à 3h.

» Les conclusions suivantes ressortent nettement de ce Tableau :

» 1° La dépression atmosphérique non seulement ne diminue pas l'aptitude de l'hémoglobine du sang à fixer l'oxygène, mais elle l'augmente sensiblement, au moins pour les altitudes atteintes dans l'ascension.

» Ceci ressort très nettement de ce fait que le sang contenait 15cc,5 de $O^2$ au niveau du sol, 19cc,97 à 3500m et 15cc,7 vers l'altitude de 800m, au moment de la descente.

» 2° Jusqu'à 3500m, l'acide carbonique contenu dans le sang ne suit pas les lois de la dissolution des gaz. Il varie, au contraire, en sens inverse de ces lois.

» 3° L'azote contenu dans le sang suit les lois de la dissolution des gaz, c'est-à-dire qu'il s'échappe du sang à mesure que l'altitude augmente, ou que la pression barométrique baisse. Au niveau du sol, 100cc contenaient, en effet, 3cc,25 d'azote, tandis qu'à 3500m ils n'en contenaient plus que 0cc,525.

» 4° La quantité totale de gaz contenue dans le sang augmente avec l'altitude.

» 5° Les quantités d'oxygène et d'acide carbonique contenues dans le sang augmentent avec l'altitude.

» Outre la détermination des gaz du sang, nous avons fait pendant cette ascension la mesure de la pression artérielle de notre chien à différentes altitudes. Comme il fallait s'y attendre, la pression dans l'artère fémorale, qui était de $0^m,15$ en moyenne sur le sol au départ, est restée invariable; elle était encore de $0^m,15$ à $3500^m$, bien qu'à ce niveau nous ayons déjà une dépression de $0^m,27$ à $0^m,28$ de mercure environ. »

PALÉONTOLOGIE. — *Reproductions de dessins paléolithiques gravés sur les parois de la grotte des Combarelles.* Note de MM. **Capitan** et **Breuil**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une Note que nous avons eu l'honneur de communiquer à l'Académie le 16 septembre 1901, nous avions annoncé la découverte sur les parois d'une grotte des environs des Eyzies (Dordogne), la grotte des Combarelles, de 109 figures gravées remontant à l'époque magdalénienne.

» A propos de cette présentation, nous tenons à rappeler, ce qui n'est que justice, les premières découvertes de ce genre faites en France, de gravures et peintures, nettement interprétées, sur les parois de la grotte de la Mouthe (non loin de Combarelles), par M. E. Rivière et publiées par lui dès 1895.

» Nous voudrions, aujourd'hui, présenter à l'Académie les relevés, dessins et calques que nous avons exécutés dans la grotte des Combarelles.

» Nous présentons d'abord le plan, sur lequel on peut se rendre compte de la disposition et de la forme en boyau, long de $230^m$ et irrégulièrement coudé, que présente la grotte. D'autre part, sur une bande de $12^m$ de longueur sur $15^{cm}$ de hauteur, nous avons figuré en croquis au trait toutes les figures et dessins que nous avons pu distinguer. Enfin, nous présentons 27 planches qui sont la mise au net des calques, très exactement relevés par nous, d'un nombre égal de figures choisies parmi les plus intéressantes.

» Toutes ces figures sont gravées sur les parois verticales de la grotte et sur une longueur de $100^m$ de chaque côté de la galerie. Elles occupent une hauteur de $1^m,50$ en moyenne, partant à $15^{cm}$ ou $20^{cm}$ au-dessus du sol actuel de la grotte et remontant souvent jusqu'au plafond, en général assez bas ($1^m$ à $2^m$ de hauteur). Les dépôts de stalagmite ont d'ailleurs profondément modifié la forme de la grotte et surtout sa hauteur.

» Les figures sont, en certains points, profondément gravées dans la roche ; les traits ont parfois $5^{mm}$ à $6^{mm}$ de profondeur sur autant de largeur

au moins. Ils sont très souvent alors, ainsi que nous l'avions signalé, recouverts d'un enduit stalagmitique pouvant avoir $1^{mm}$ à $3^{mm}$ d'épaisseur en moyenne, mais plus épais au niveau des traits qu'il remplit en partie, les faisant ainsi ressortir très nettement. En d'autres points, l'enduit stalagmitique, beaucoup plus épais, masque en partie le dessin, qui disparaît sous lui. Certains dessins sont faits au moyen de fines incisures plus ou moins rapprochées, parfois d'un vrai grattage qui entame à peine la roche.

» Sur quelques figures, les traits gravés sont rehaussés d'un trait de peinture noire qui parfois les remplace. Quelquefois on constate un vrai travail de champlevé, surtout autour de la tête de certains animaux : la roche est raclée tout autour de la figuration, qui a ainsi un certain relief.

» En somme, si l'on étudie les modes de gravure de ces images, on est frappé de leur complète identité avec ceux des gravures sur os et cornes qu'on trouve dans les stations magdaléniennes.

» En dehors des caractères mêmes de ces gravures, absolument typiques, la nature des animaux, reproduits certainement *de visu*, prouve aussi que ces gravures remontent à l'époque où vivaient ces animaux, c'est-à-dire à l'époque paléolithique et plus exactement à l'époque magdalénienne. Tantôt les animaux sont représentés sans ordre, parfois enchevêtrés, tantôt il existe de vraies scènes (par exemple, un groupe de trois Chevaux).

» Mais c'est surtout sur le point de vue paléontologique que nous nous permettons d'attirer l'attention de l'Académie. La précision des figures permet de reconnaître ordinairement l'espèce des animaux reproduits.

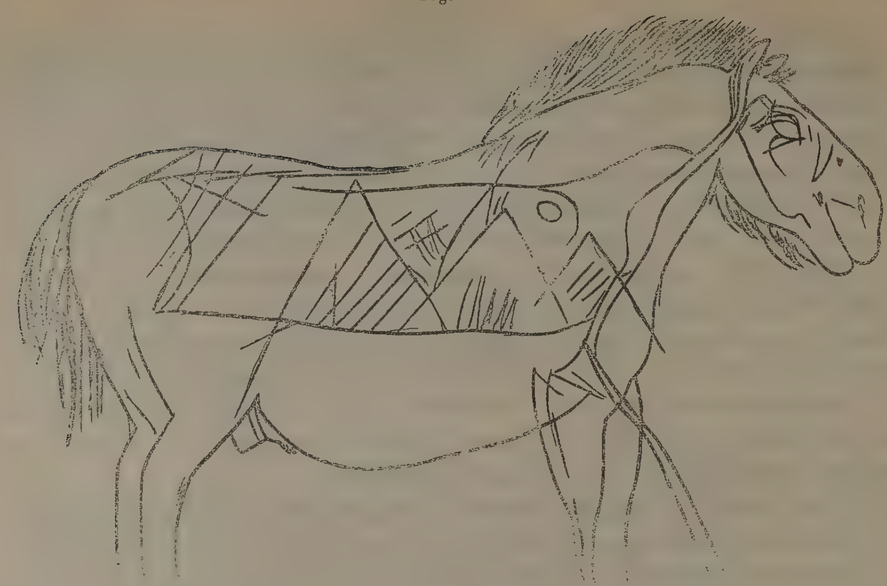
» Les Équidés (40 figures) présentent des types différents les uns des autres. On reconnaît d'abord des Chevaux à forte tête, à nez plus ou moins busqué, à crinière ordinairement courte et raide, parfois longue et retombant; la queue est très fournie comme celle des Chevaux actuels. Certains de ces Chevaux étaient domestiqués. Sur deux figures en effet dont nous reproduisons l'une ci-après (*fig.* 1), on peut voir sur le dos de l'animal une vraie couverture. Plusieurs montrent très nettement sur la joue la branche du chevêtre (appareil jouant le rôle du mors actuel) et d'autres la figuration d'une corde entourant le museau.

» Certains Équidés représentés sont beaucoup plus fins, les membres grêles, la tête petite, la crinière courte et toujours dressée, la queue implantée très bas et glabre, sauf une touffe de poils à l'extrémité.

» Les représentations de Bovidés sont moins fréquentes (6 à 7), mais semblent se rapporter à des animaux différents les uns des autres. Le grand Bovidé dont nous présentons le calque semble être un Ruminant très

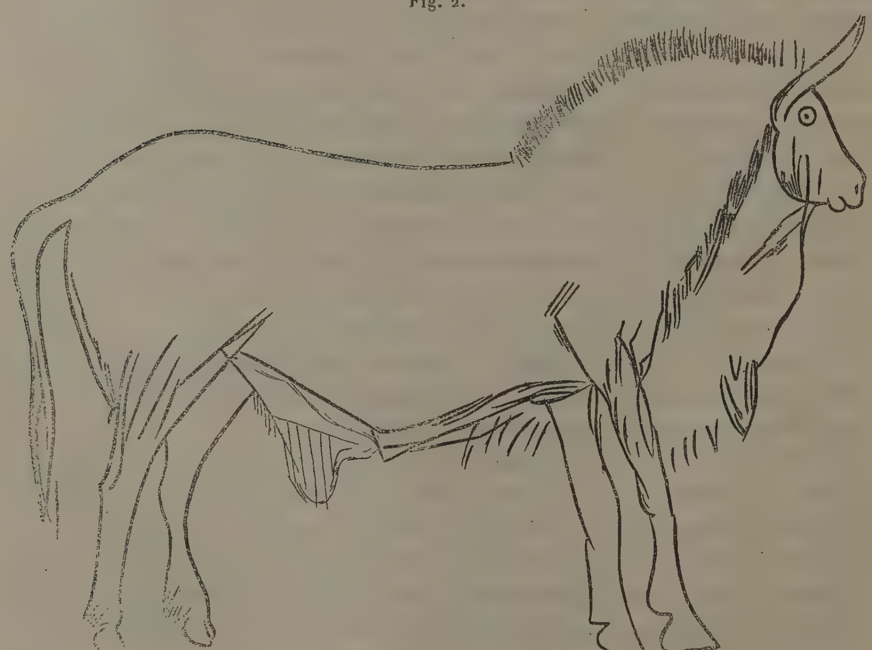


Fig. 1.



Gravure d'un Cheval avec couverture (8e de grandeur naturelle).

Fig. 2.

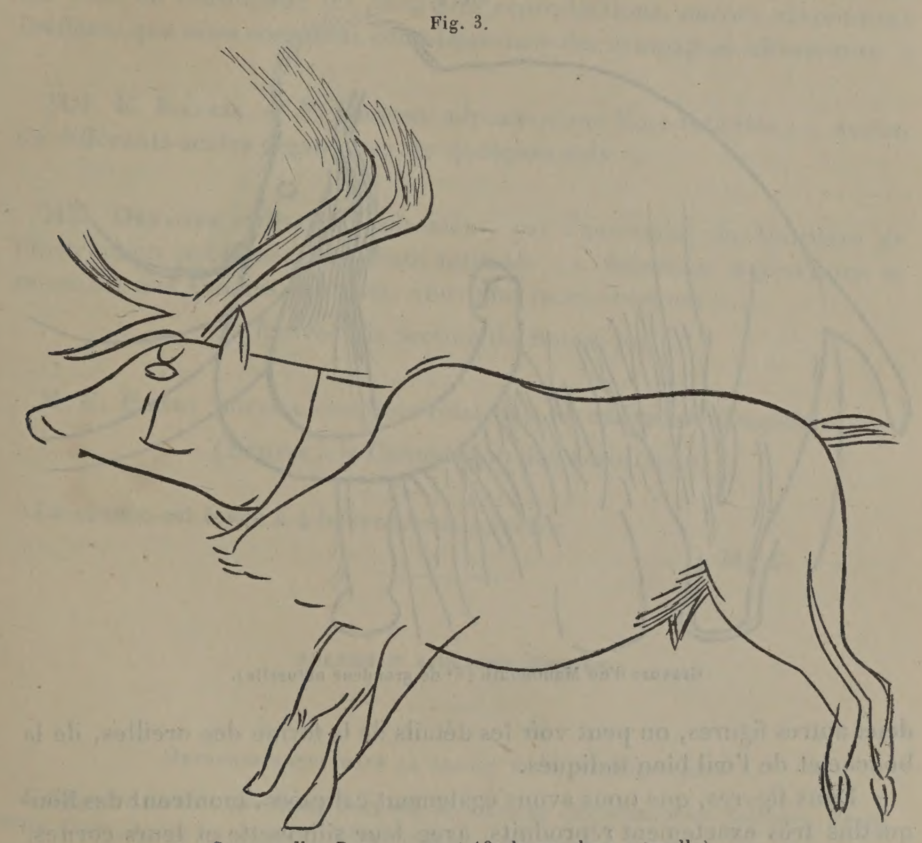


Gravure d'un Bovidé à crinière (7e de grandeur naturelle).

particulier rappelant certaines Antilopes africaines : crinière dressée, cornes peu incurvées, poils abondants retombant devant le fanon (*fig.* 2). Un autre, représenté marchant, a, au contraire, l'aspect de nos Bœufs actuels. Enfin, trois figures semblent représenter des Bisons.

» Les deux figurations entières de Rennes dont l'un courant (*fig.* 3),

Fig. 3.



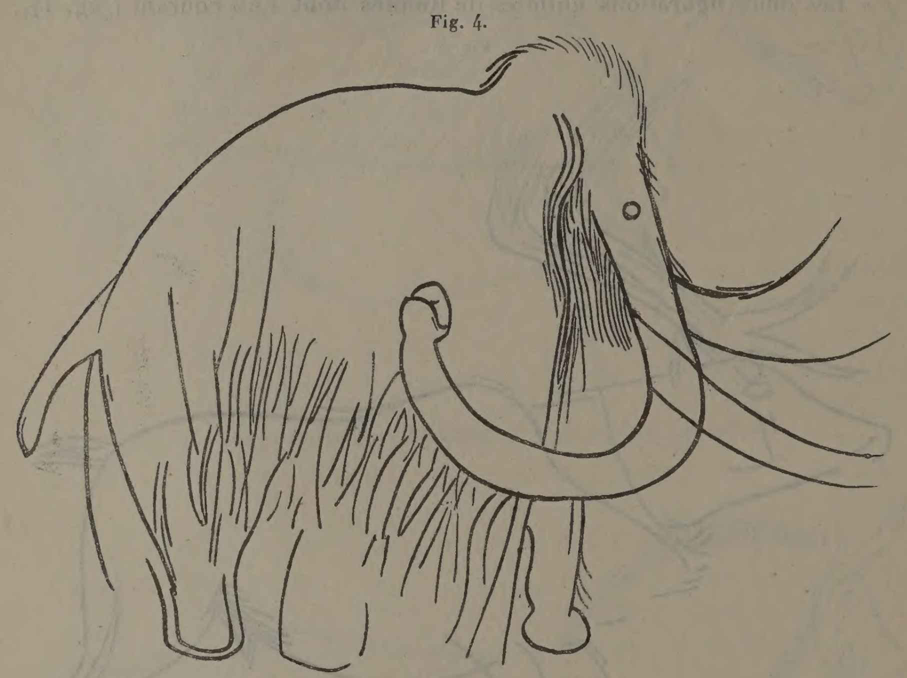
Gravure d'un Renne courant (8e de grandeur naturelle).

et dont nous présentons les calques, sont identiques à celles qu'on peut observer sur les os gravés magdaléniens. La comparaison avec trois figures d'autres Cervidés, très nettes aussi, permet de faire une différenciation absolue.

» Les quatorze figurations de Mammouths que l'on peut voir sur nos croquis, et dont nous présentons trois types calqués, sont très caractéristiques. Certaines représentent l'animal entièrement poilu et ayant la

forme d'une vraie boule. D'autres figures montrent l'animal moins poilu, mais ayant encore une toison fournie, surtout sous le ventre et sur la tête, parfois même autour de la bouche (*fig.* 4). La trompe, les défenses, toujours très recourbées, et les gros pieds typiques sont très distincts. Sur

Fig. 4.



Gravure d'un Mammouth (6e de grandeur naturelle).

deux autres figures, on peut voir les détails de la forme des oreilles, de la bouche et de l'œil bien indiqués.

» Deux figures, que nous avons également calquées, montrent des Bouquetins très exactement reproduits, avec leur silhouette et leurs cornes. Deux têtes semblent pouvoir être attribuées au Saïga ; elles portent des cornes droites sur le sommet de la tête. Une grande tête figurée rappelle celle d'un Élan sans cornes.

» A côté de ces figures, on peut signaler la singulière représentation d'une face humaine, ou plutôt d'une face de crâne humain, dont nous présentons le calque. C'est une sorte de cercle irrégulier avec l'indication des deux yeux et quelques traits pour la bouche et le nez.

» Parmi une série de signes, nous signalerons trois signes tectiformes

assez compliqués, un signe losangique à double contour sur le milieu du corps d'un Cheval et plusieurs signes alphabétiformes en M, en arc de cercle, etc., ainsi qu'un groupe de petites cupules très nettes.

» Telles sont ces curieuses figurations, dont nous tenions à mettre sous les yeux de l'Académie les premières reproductions, encore absolument inédites, que nous comptons compléter dans des campagnes ultérieures. »

MM. **E. Kayser** et **F. Dienert** adressent une Note intitulée : « Action de différents acides organiques sur quelques sels ».

MM. **Denaiffe** et **Sirodot** adressent, par l'entremise du Ministère de l'Instruction publique, une Note intitulée : « Sélection méthodique et raisonnée des Avoines cultivées; nouvelles races obtenues ».

(Renvoi à la Section de Botanique.)

M. **E. Pinson** adresse une Note relative à un aéroplane dirigeable.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

### Ouvrages reçus dans la séance du 2 décembre 1901.

*L'Hygiène sociale,* par Émile Duclaux, Membre de l'Académie des Sciences. Paris, Félix Alcan, 1902; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

*Génération de la voix et du timbre,* par le Dr Auguste Guillemin; 2e éd. avec 122 fig. dans le texte. Préface par M. J. Violle, Membre de l'Institut. Paris, Félix Alcan, s. d.; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Violle.)

*Nouvelle théorie élémentaire de la rotation des corps. Gyroscope, toupie, etc*, par F. Chamousset. Paris, impr. Chaix, 1892; 1 fasc. in-8°.

*Les gisements pétrolifères du département d'Oran. Rapport adressé au Gouverneur général* par M. Henry Neuburger. Mustapha, impr. Algérienne, 1901; 1 fasc. in-8°.

*Le fémur. Étude des modifications squelettiques consécutives à l'hémiplégie infantile,* par M. Georges-Paul Boncour. (Extr. du *Bull. de la Société d'Anthropologie de Paris;* fasc. V, 1900.) 1 fasc. in-8°.

*Un contemporain de Daviel. Les Œuvres de Pierre-François-Bénezet Pamard, chirurgien et oculiste,* 1728-1793; éditées la première fois d'après ses manuscrits par le Dr ALFRED PAMARD et le Dr P. PANSIER. Paris, Masson et Cie, 1900; 1 vol. in-8°. (Hommage des Auteurs.)

*La Création sans Créateur*, par ALPHONSE EMMERIQUE. Paris, Victor Havard et Cie, 1902; 1 vol. in-12. (Hommage de l'Auteur.)

*Résumé météorologique de l'année* 1899 *pour Genève et le Grand Saint-Bernard*, par R. GAUTIER. Genève, 1900; 1 fasc. in-8°.

*Observations météorologiques faites aux fortifications de Saint-Maurice, pendant l'année* 1899. Résumé, par R. GAUTIER. Genève, 1901; 1 fasc. in-8°.

*Capillaranalyse beruhend auf Capillaritäts- und Absorptionserscheinungen,* mit dem Schlusskapitel : *Das Emporsteigen der Farbstoffe in den Pflanzen*, von FRIEDRICH GOPPELSRŒDER, mit 59 Tafeln. Bâle, Emil Birkhaüser, 1901; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

*The energy of celestial motion*, by HENRY-RAYMOND ROGERS. Dunkirk, N.-Y., 1901; 1 fasc. in-8°.

*Meteorological observations at stations of the second order, for the year* 1898, with frontispice map; official copy, n° 152. Edimbourg, 1901; 1 vol. in-4°.

*Nova Acta Academiæ Cæsareæ Leopoldino-Carolinæ Germanicæ*, t. LXXIX, cum tabulis xxxv. Halle, 1901; 1 vol. in-4°.

*Annual report of the Keeper of the Museum of comparative Zoölogy at Harvard College to the President and Fellows of Harvard College for* 1900-1901. Cambridge (États-Unis), John Wilson et fils, 1901; 1 fasc. in-8°.

*Memorias y Revista de la Sociedad cientifica « Antonio Alzate »*, pub. bajo la direccion de RAFAEL AGUILAR Y SANTILLAN; t. XIII, 1899, nos 1 et 2; t. XV, 1900-1901, nos 7-10. Mexico; 3 fasc. in-8°.

---

## *ERRATA.*

### (Séance du 25 novembre 1901.)

Note de M. *R. Blondlot*, Sur l'absence d'action d'un champ magnétique sur une masse d'air qui est le siège d'un courant de déplacement :

Page 848, ligne 24, *au lieu de* il n'en résulte, *lisez* il ne se produit.

Page 849, à la dernière ligne de la note au bas de la page, *au lieu de*

$$Vi\,dt = CV\,dV + d\left(\frac{CV^2}{2}\right),$$

*lisez*

$$Vi\,dt = CV\,dV = d\left(\frac{CV^2}{2}\right).$$